COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 MARS 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Description sommaire d'un nouveau système d'équatoriaux et de son installation à l'Observatoire de Paris;* par M. M. Lœwy.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une série d'observations de la nouvelle comète découverte par MM. Brooks et Swift, le 23 février, à Rochester. Ces observations ont été effectuées par M. Périgaud, astronome de l'Observatoire, à l'aide d'un équatorial construit sur un principe nouveau, au sujet duquel j'ai déjà fait une première Communication dans les *Comptes rendus* d'octobre 1871.

» M. Delaunay, Directeur de l'Observatoire à cette époque, fut tellement frappé des résultats que pouvait donner ce nouvel appareil, qu'il en entreprit immédiatement la construction; la première dépense faite alors s'est élevée à la somme de 10 000fr; mais les malheureux événements de la guerre de 1870 et la mort si prématurée de cet illustre savant vinrent interrompre les travaux commencés, et ce n'est qu'après bien des vicissitudes et grâce à l'initiative du Directeur actuel de l'Observatoire et à la libéralité de M. Bischoffsheim, qui a offert la somme de 25 000fr pour subvenir à la totalité des frais, que l'instrument a pu être achevé et installé

sur le terre-plein annexé à l'Observatoire; le crédit nécessaire à la construction d'un pavillon d'observation a été en outre demandé et obtenu par M. le contre-amiral Mouchez.

» L'équatorial est un des instruments essentiels de l'Astronomie. Il est destiné aux investigations les plus variées et les plus délicates et à la recherche des comètes et des planètes; avec lui on peut observer un astre à un moment quelconque et dans une région quelconque du ciel, et le suivre pendant toute la durée de sa marche apparente. Mais, grâce aux progrès réalisés de nos jours, tant en Optique qu'en Mécanique, et pour répondre aux nouveaux besoins de la Science, ces lunettes prennent de jour en jour des dimensions plus considérables, et tout Observatoire qui veut soutenir la lutte avec honneur doit posséder un équatorial d'au moins $0^m,34$ d'ouverture, dont la distance focale est d'environ 6^m. D'ici peu de temps, l'Observatoire de Paris sera doté d'un équatorial de $0^m,74$ d'ouverture et de 15^m de distance focale, et l'Observatoire de Nice d'une lunette semblable, d'une longueur de 18^m et dont l'objectif aura $0^m,76$. On comprend facilement que ces gigantesques appareils doivent être d'un maniement fort pénible, quelles que soient d'ailleurs la simplicité et la perfection du mécanisme employé pour les manœuvres.

» Le mouvement de rotation de la Terre change à tout instant la position apparente de l'astre que l'on observe : il en résulte pour l'observateur un déplacement correspondant; non un simple déplacement de son siège à droite ou à gauche, mais un autre déplacement en hauteur : il doit en effet élever ou abaisser son siège suivant le cas. En outre, comme la lunette est enfermée sous une coupole qui l'abrite et dans laquelle se trouve pratiquée une large fente du sommet à la base, afin de pouvoir faire les observations, il faut amener cette ouverture ou cette fente devant la lunette. La coupole peut en effet tourner sur elle-même. L'observation exige donc le déplacement de la lunette, celui de l'observateur, celui de la coupole, pour ne parler que des mouvements principaux. Si l'on ajoute que l'observateur est obligé de s'asseoir ou de s'étendre horizontalement, quelquefois d'une façon fort incommode, on comprend que l'observation soit réellement pénible.

» L'astronome, dont l'attention a été partagée et absorbée par une série d'opérations étrangères en réalité à ces études, sent bien vite venir la lassitude; son œil, fatigué, ne distingue plus avec la même netteté les astres d'un faible éclat, et de là résultent des erreurs accidentelles sensibles et une perte de temps notable.

» Ces inconvénients sont tellement sérieux que pour certaines études, comme la recherche des comètes, où il faut parcourir une grande étendue de l'espace, on est forcé de renoncer à l'usage des équatoriaux de grandes dimensions; on en est réduit alors à des appareils plus petits et moins avantageux pour l'exploration du ciel.

» En dehors de ces difficultés d'une nature matérielle, les dimensions de la lunette, son poids, son mode d'installation donnent lieu à des inconvénients scientifiques d'un autre ordre.

» 1° L'un des deux axes de l'équatorial ordinaire se trouve installé parallèlement à la ligne des pôles : l'autre, l'axe de déclinaison qui est perpendiculaire au premier, porte à faux tout le corps de la lunette. Il s'ensuit un manque de stabilité préjudiciable au travail d'observation, et il est impossible d'effectuer des mesures de distances angulaires un peu considérables, c'est-à-dire dépassant une vingtaine de minutes d'arc en déclinaison et quelques minutes de temps en ascension droite.

» 2° Les deux verres qui composent l'objectif (le flint et le crown) ne peuvent pas être serrés à fin, l'un contre l'autre ou contre le barillet : le moindre serrage provoquerait en effet dans les images une déformation.

» Il se produit alors, quand la lunette passe d'une position à une autre, des effets de flexion et de plus un décentrage de l'objectif, par le glissement des deux verres l'un sur l'autre, qui altèrent la netteté des images. Les qualités optiques de l'instrument sont donc différentes suivant ses positions.

» Ces déformations ne se montrent pas seulement dans les équatoriaux, elles sont même quelquefois sensibles dans des lunettes moins grandes et se mouvant seulement dans un plan : c'est ainsi que MM. Gould et Prazmowski ont constaté dans leurs lunettes méridiennes des altérations d'images tenant à cette cause.

» Le but que je me suis proposé dans la nouvelle construction a été d'échapper à de semblables difficultés.

» J'ai cherché : 1° à réaliser un instrument plus stable que les équatoriaux en usage et rendant possible la mesure de grandes distances angulaires;

» 2° A établir une disposition qui permît à l'astronome d'explorer le ciel tout entier et de régler lui-même sans dérangement aucun tous les mouvements de son appareil;

» 3° A éviter l'emploi de ces coupoles monumentales dont l'établissement et l'emploi sont toujours si coûteux et si difficiles.

» Voici maintenant, en quelques mots, les principes de construction du nouvel équatorial : l'axe polaire est supporté à ses deux extrémités par deux piliers et, comme dans l'instrument méridien, la lunette tourne entre les deux coussinets de l'axe. Cette lunette est brisée à angle droit et, à l'aide d'un petit miroir, elle renvoie la lumière dans un des tourillons percés de l'axe polaire, où le micromètre d'observation est installé. Les choses étant dans cet état, pendant que l'instrument tourne autour de son axe, l'astronome voit passer devant ses yeux les astres de l'équateur.

» Ajoutons maintenant, en avant de l'objectif, un miroir plan incliné à 45° et formant corps avec le cercle de déclinaison; ce miroir, en tournant autour de l'axe de figure de la lunette, amène dans le plan focal les images des étoiles situées dans le cercle horaire perpendiculaire à cet axe.

» Tous les organes destinés aux diverses manœuvres de l'instrument, les pinces de calage, le cercle de déclinaison, le cercle horaire, toutes les manettes pour opérer les mouvements rapides ou les mouvements doux, se trouvent à portée de la main de l'observateur.

» On voit aisément que, par suite de cette disposition, l'observateur est à même d'explorer toutes les régions de l'espace sans quitter son siège. On reconnaît également que l'installation de cet instrument présente presque autant de fixité qu'une lunette méridienne, et de plus que, l'objectif tournant uniquement dans le sens de l'équateur, on a moins à craindre, après son réglage, le déplacement relatif des deux verres; par suite de la stabilité de l'instrument et de la fixité de l'objectif, il est facile de comprendre que l'on peut effectuer la mesure de distances angulaires plus considérables.

» La partie mécanique a été exécutée dans des conditions très satisfaisantes par MM. Eichens et Gauthier.

» Le pavillon d'observation se compose de deux parties distinctes : 1° d'une cabane mobile abritant la partie extérieure de l'instrument, celle qui porte le miroir de l'objectif; 2° d'un bâtiment fixe, renfermant un cabinet de travail et la salle d'observation.

» Pour procéder aux études, on recule la cabane roulante, qui découvre ainsi la lunette, tandis que l'observateur, installé sur son fauteuil à l'abri de toutes les intempéries du temps, peut se livrer à toutes les recherches astronomiques dans les mêmes conditions qu'un naturaliste qui, dans son cabinet de travail, étudie à l'aide du microscope la structure ou l'organisation d'un corps quelconque.

» Le principe du nouvel équatorial repose sur la double réflexion; il y

avait donc là une difficulté sérieuse à surmonter, le plus grand nombre des expériences faites jusqu'à nos jours montrant que, pour une cause restée presque inexpliquée, les images produites par des miroirs ne possèdent pas la netteté suffisante : on pouvait donc craindre que tous les avantages offerts par la nouvelle lunette ne vinssent sombrer devant un tel obstacle.

» Mes études sur la flexion m'ont amené à entreprendre une série d'expériences qui m'ont permis de reconnaître la cause véritable qui avait jusqu'à présent rendu souvent impraticable l'usage des miroirs. J'ai vu que la déformation des images avait pour cause principale la construction défectueuse des miroirs.

» Dans un ordre d'idées préconçues, pour établir rapidement l'équilibre de température entre les deux faces du miroir, on croyait devoir ne donner à ces appareils qu'une très faible épaisseur, épaisseur qui ne dépassait guère $\frac{1}{9}$ ou $\frac{1}{10}$ du diamètre; or il arrive, dans ces conditions, que le miroir se déforme par la flexion, sous l'influence de son propre poids, quand la lunette passe d'une position à une autre. En outre, la faible épaisseur adoptée pour le verre fait que la moindre pression exercée par le barillet, par suite d'une cause accidentelle, telle que les dilatations, déforme sensiblement le miroir.

» Mes recherches m'ont démontré que, pour prévenir dans un miroir toute déformation causée par la flexion ou un léger *serrage*, il faut que l'épaisseur du verre soit de 0,18 du diamètre.

» En adoptant pour l'épaisseur le $\frac{1}{4}$ du diamètre, on peut même coller à l'arcanson le miroir contre le barillet; mais, dans ce dernier cas, $\frac{1}{6}$ du diamètre donnerait encore lieu à des déformations très notables.

» Les frères Henry, qui ont exécuté d'une façon remarquable la partie optique du nouvel équatorial, sont arrivés, sans avoir déterminé ces rapports numériques par d'autres expériences, aux mêmes conclusions, à savoir qu'il fallait donner aux miroirs, pour les rendre invariables, une épaisseur plus considérable que celle qui avait été adoptée jusqu'à présent.

» C'est dans ces conditions que les miroirs du nouvel instrument ont été construits, et la beauté des images a dépassé toutes les espérances. Des études comparatives ont démontré que les qualités optiques du nouvel instrument ne se trouvent surpassées par aucune des lunettes actuelles de l'Observatoire. On serait dès lors tenté de penser que l'intervention des miroirs n'a servi qu'à accroître la pureté des images. Mais, en réalité, la cause de cette netteté tient uniquement à la construction rationnelle du miroir, à la parfaite stabilité de la lunette, au centrage invariable de l'ob-

jectif, à la perfection avec laquelle a été exécutée la partie optique et aux dispositions prises pour maintenir l'équilibre de la température.

» Voici, en effet, quelles sont ces dispositions :

» Les deux miroirs, dont l'un a $0^m,28$ et l'autre $0^m,40$, sont pris chacun entre trois griffes et dans une armature de fer découpé à jour. Entre cette armature et le miroir, on place des morceaux très épais de feutre ou de flanelle qui permettent un serrage complet, tout en laissant un libre jeu aux dilatations. Le barillet lui-même est porté par un cube métallique muni de quatre ouvertures circulaires pourvues de couvercles, qu'on enlève avant l'observation.

» Chaque miroir extérieur se trouve donc dans une position rigoureusement fixe et environné d'une gaine d'air libre qui empêche l'échauffement inégal des deux surfaces de verre en y maintenant l'équilibre de température. D'ailleurs, toute la partie la plus délicate de l'appareil, celle qui porte les miroirs et l'objectif, se trouvant à l'extérieur du bâtiment, c'est-à-dire dans l'air ambiant, on voit que, au point de vue général de l'équilibre de température, on se trouve dans des conditions excellentes.

» Bien que l'épaisseur ainsi déterminée du verre eût permis un léger serrage contre le barillet pour assurer la fixité de la ligne de visée, il était néanmoins préférable de trouver un procédé pratique pour éviter, autant que possible, toute pression du miroir contre son armature. Voici le moyen auquel j'ai eu recours. Les trois griffes qui maintiennent le miroir dans sa monture se voient par réflexion; la monture étant placée horizontalement, le miroir, par son propre poids, tend à s'écarter des trois griffes; alors, en rapprochant peu à peu le miroir de ces griffes au moyen des vis de rappel, jusqu'au moment où les griffes viennent coïncider avec leurs images, on est sûr d'avoir établi le contact rigoureux sans avoir provoqué la moindre pression. Dans ces conditions-là, lorsque la moindre trace de lumière entre les griffes et leurs images a disparu, le déplacement de l'axe optique ne saurait atteindre que quelques centièmes de seconde d'arc. Il est bien clair alors que cette fixité du miroir, établie pour la position horizontale, qui est la plus défavorable, se maintiendra nécessairement dans toutes les autres.

» Ce mode de construction présente un avantage tout particulier pour l'établissement des grandes lunettes. On sait, en effet, qu'à partir de certaines limites on ne peut pas donner aux lunettes une longueur démesurée, à cause des difficultés presque insurmontables qu'on rencontrerait dans les mécanismes et les coupoles. On en arrive alors à se contenter d'un achromatisme moins parfait que celui qu'on obtient avec des lunettes de

dimension moindre. Si l'on voulait, à ce point de vue, réaliser la perfection des petits instruments, il faudrait donner aux lunettes une longueur qui rendrait les dispositions des mécanismes extrêmement compliquées.

» Avec la nouvelle construction on peut, sans inconvénient aucun, allonger la lunette autant qu'il est nécessaire et établir l'achromatisme désiré. C'est encore une des raisons qui s'ajoutent à celles qui ont été indiquées plus haut pour expliquer la netteté des images.

» Les images ont été examinées déjà et à des époques différentes par une vingtaine d'astronomes français et étrangers : MM. Hirsch, Fœrster, Perrotin, Trépied, Rayet, Thollon, Trouvelot, etc., qui tous ont été frappés de la régularité des images.

» M. Newcomb, en dernier lieu, a pu dédoubler l'étoile ω Lion, dont les deux composantes sont à une distance de 0″,5 : c'est la limite indiquée par Foucault pour le pouvoir séparateur d'un objectif de 0,27, la même grandeur que celui du nouvel équatorial.

» Toutes les études comparatives effectuées depuis l'installation, comme les résultats déjà obtenus, m'autorisent à affirmer que cet instrument est destiné à rendre de grands services à l'Astronomie. Frappés de ces avantages, les Directeurs des Observatoires d'Alger et de Besançon viennent d'adopter, pour leurs grands équatoriaux, le même mode de construction.

» Depuis l'emploi de cet équatorial et en vue de ces constructions ultérieures, j'ai trouvé le moyen de simplifier plusieurs des mécanismes. Ainsi, par exemple, dans l'instrument actuel, il y a deux cercles distincts de lecture, l'un pour les ascensions droites, l'autre pour les déclinaisons, rapprochés l'un de l'autre pour se trouver commodément à la portée des yeux de l'observateur. Dans les nouveaux, il ne se trouvera plus qu'un cercle unique, portant deux divisions et devant servir à la fois pour les deux coordonnées. En outre, actuellement, quand on passe d'une déclinaison à l'autre, il faut orienter de nouveau le micromètre d'observation, ce que l'on fait au moyen du cercle de position, en le tournant d'une quantité égale à la variation de déclinaison.

» Dans l'équatorial perfectionné, le micromètre sera entraîné automatiquement par le miroir et se trouvera ainsi directement orienté. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift-Brooks, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial coudé)*, par M. **Périgaud**, communiquées par M. Lœwy.

Dates 1883.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite (Astre — ⋆).	Déclinaison (Astre — ⋆).
			m s	′ ″
Mars 2........	*a* 166 Weisse...	9	−4.42,22	+ 2.12,6
3........	*b* 342 Weisse...	9	−1.56,87	+ 8. 1,0
4........	*c* 725 Weisse...	9	−7.42,61	− 0.40,8
5........	*d* 1098 Lal......	7,8	−4.19,25	+ 1.32,9
6........	*d* »	7,8	+5.16,28	− 3.41,0
9........	*e* 2292 Lal......	6,7	−2.21,08	+14.27,2
12........	*f* 3126 Lal......	8	−1.51,24	+ 1.44,3
13........	*g* 3330 Lal......	8,9	−1. 8,07	− 7.15,7
16........	*h* 3857 Lal......	7,8	+5.36,19	+ 9.12,5
17........	*i* 4223 Lal......	7	+1.49,59	− 3.31,7

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1883.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 2..	*a*	0. 7.41,23	+0,19	+31.54.21,7	+5,5	2 obs. mér. Leyde.
3..	*b*	0.14.24,24	+0,22	+31.52.42,2	+5,4	Id.
4..	*c*	0.29.54,04	+0,27	+32. 2.27,1	+5,4	Weisse.
5-6..	*d*	0.35.48,23	+0,30	+31.58. 8,7	+5,2	2 obs. mér. Paris.
9..	*e*	1.10.54,66	+0,42	+31. 7.36,3	+4,5	Obs. mér. Leyde.
12..	*f*	1.36.17,11	+0,49	+30.26.11,3	+3,9	Id.
13..	*g*	1.43.42,53	+0,53	+30.13.26,4	+3,6	2 et 1 obs. mér. Paris.
16..	*h*	2. 0. 5,04	+0,57	+28.42.38,3	+2,8	2 obs. mér. Paris.
17..	*i*	2.11. 9,99	+0,61	+28.27.54,2	+2,5	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de compar.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Mars 2.....	7.57.14	0. 2.59,60	+31.56.45,2	7
3.....	7.29. 4	0.12.28,01	+32. 0.54,0	6
4.....	7.56.38	0.22.12,10	+32. 1.56,8	4
5.....	7.19.13	0.31.29,68	+31.59.51,9	5
6.....	7.40.44	0.41. 5,22	+31.54.37,7	4
9.....	7.55.20	1. 8.34,42	+31.22.13,4	5
12.....	8. 8. 6	1.34.26,75	+30.28. 4,3	5

Dates 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de compar.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Mars 13.....	8. 3.19	1.42.35,35	+30. 6.18,5	2
16.....	7.42.29	2. 5.42,16	+28.51.58,2	2
17.....	7.53.15	2.13. 0,56	+28.24.28,7	6

» Les observations sont corrigées de la parallaxe. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Preuve graphique du théorème d'Euler sur la partition des nombres pentagonaux;* par M. Sylvester.

« Une partition quelconque de n peut être représentée par un assemblage de points uniformément distribués sur un plan et limités par deux lignes droites. Ainsi, par exemple, l'arrangement suivant :

$$\begin{array}{ccccccc} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & & \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & & \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \\ \cdot & \cdot & & & & & \end{array}$$

sera la représentation graphique de la partition du nombre 22 dans les parties

$$7, \quad 5, \quad 5, \quad 3, \quad 2.$$

Mais, de plus, un tel arrangement de points peut être distribué dans un carré et deux groupes que je nommerai *latéral* et *inférieur*. Ainsi, l'arrangement écrit ci-dessus peut être décomposé dans un carré de neuf points, dans un groupe latéral de huit et dans un groupe inférieur de cinq points.

» Considérons les partitions de n dans j parties *inégales*. Tous les arrangements de points qui correspondent à ces partitions peuvent être classifiés selon la valeur du côté du carré qui y correspond et que je nommerai θ. Alors, pour une valeur donnée de θ, le groupe latéral contiendra nécessairement ou θ ou $\theta - 1$ lignes de points, car autrement il y aurait des parties égales dans l'arrangement. Dans le premier cas, le nombre de colonnes dans ce groupe inférieur peut être un nombre quelconque, mais pas plus grand que θ; dans le second cas, pas plus grand que $\theta - 1$. Donc, en se rappelant que le nombre de partitions de ν en θ parties inégales est le

coefficient de x dans le développement de

$$\frac{x^{\frac{\theta^2+\theta}{2}}}{1-x.1-x^2\ldots 1-x^\theta}$$

et que le nombre de partitions de ν dans $j-\theta$ parties inégales et pas plus grandes que θ est le coefficient de $x^\nu a^{j-\theta}$ dans le développement de

$$(1+ax)(1+ax^2)\ldots(1+ax^\theta),$$

on voit que, quand le nombre de lignes dans le groupe latéral est θ, le nombre total d'arrangements de n dans j parties inégales qui correspondent à cette espèce de distribution sera le coefficient de $x^{n-\theta^2}a^{j-\theta}$ dans le développement de

$$\frac{1+ax.1+ax^2\ldots 1+ax^\theta}{1-x.1-x^2\ldots 1-x^\theta}x^{\frac{\theta^2+\theta}{2}}.$$

De même, le nombre des partitions qui correspondent à la seconde hypothèse sera le coefficient de $x^{n-\theta^2}a^{j-\theta}$ dans le développement de

$$\frac{1+ax.1+ax^2\ldots 1+ax^{\theta-1}}{1-x.1-x^2\ldots 1-x^{\theta-1}}x^{\frac{\theta^2-\theta}{2}}.$$

» En donnant à θ toutes les valeurs depuis 1 jusqu'à l'infini, on obtiendra toutes les partitions de n dans j parties inégales. Les cas où θ excède j n'offrent rien d'exceptionnel, car, pour ces cas, le coefficient de $a^{j-\theta}$ dans les deux fonctions génératrices sera nul.

» Or le coefficient de $x^{n-\theta^2}a^{j-\theta}$ dans chacune de ces deux fonctions est le même que le coefficient de $x^n a^j$ dans les produits qui résultent de leur multiplication par $x^{\theta^2}a^\theta$.

» En comparant les coefficients de $x^n a^j$ pour toute valeur de n et i, on trouve donc

$$\begin{aligned}(1+xa)(1+x^2a)(1+x^3a)+\ldots\\ =1+\frac{1+ax}{1-x}x^2a+\frac{1+ax.1+ax^2}{1-x.1-x^2}x^7a^2+\ldots\\ +\frac{1+ax.1+ax^2\ldots 1+ax^\theta}{1-x.1-x^2\ldots 1-x^\theta}x^{\frac{\theta^2+\theta}{2}}a^\theta+\ldots+xa+\frac{1+ax}{1-x}x^5a^2+\ldots\\ +\frac{1+ax.1+ax^2\ldots 1+ax^{\theta-1}}{1-x.1-x^2\ldots 1-x^{\theta-1}}x^{\frac{\theta^2+\theta}{2}}a^\theta+\ldots\end{aligned}$$

» En mettant $a=-1$, on obtient ainsi

$$1-x.1-x^2.1-x^3-\ldots=1-x-x^2-\ldots+(-)^\theta\left(x^{\frac{\theta^2-\theta}{2}}+x^{\frac{\theta^2+\theta}{2}}\right)+\ldots,$$

ce qui est le théorème d'Euler.

» En réunissant les deux séries dans une seule, on obtient, pour le cas général,

$$(1 + xa)(1 + x^2a)(1 + x^3a) + \ldots$$
$$= 1 + \frac{1 + ax^2}{1 - x} xa + \frac{1 + ax . 1 + ax^4}{1 - x . 1 - x^2} x^5 a^2$$
$$+ \frac{1 + ax . 1 + ax^2 . 1 + ax^6}{1 - x . 1 - x^2 . 1 - x^3} x^{12} a^3 + \ldots,$$

c'est-à-dire l'équation que j'ai donnée dans la Note précédente.

» Je dois dire que c'est M. Durfee, étudiant à Baltimore, qui, le premier (dans un tout autre problème), a fait usage du genre de décomposition d'une *assemblée régulière* de points dans un carré et deux groupes supplémentaires dont j'ai profité dans l'analyse précédente (voir *Johns Hopkins Circular*, vol. 32, n°s 20 et 25). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations sur le lait bleu* (IIe Partie). Note de M. J. Reiset.

« *Réaction du lait de vache.* — Dans la première partie de mon travail, publiée dans les *Comptes rendus* (séance du 12 mars 1883), j'ai expliqué comment j'avais été amené à considérer la *réaction* très nettement *acide* du lait comme un symptôme pathologique. Il est vrai que, au moment où je constatai ce fait sur le lait produit par les vaches de ma ferme, la moisissure bleue faisait en même temps son apparition sur la crème.

» En consultant les meilleurs Ouvrages classiques, je lisais que la réaction du lait est toujours alcaline [1]. Seul M. Chevreul, dans ses *Leçons de Chimie* (t. II, p. 257; 1830) disait, en parlant du lait : « Il *rougit* sensiblement le tournesol. » Cependant je ne restai pas convaincu, et j'ai poursuivi l'étude pendant plusieurs années, non seulement sur mes vaches, mais encore, dans mon voisinage, sur trente ou quarante bêtes.

» La réaction du lait était constatée, à la sortie du pis de la vache, sur le papier de tournesol bleu et sur le papier rouge très sensible. Dans les conditions les plus diverses, j'ai toujours trouvé les mêmes résultats. Le papier bleu passait très nettement au rouge, persistant après dessiccation; le papier rouge, sensible, prenait une teinte d'un bleu pâle, qui disparaissait peu à peu après l'évaporation du liquide.

---

[1] Boussingault, *Économie rurale*, t. II, p. 420; 1851. — Regnault, *Cours de Chimie*, t. IV, p. 522; 1860. — Wurtz, *Dictionnaire de Chimie*, t. II, p. 192.

» J'étais donc disposé à déclarer que, dans son état normal, le lait de vache présente une réaction acide très nette. Mais il y avait lieu de tenir compte de l'opinion d'un observateur aussi compétent que M. le professeur Duclaux; il a traité la question dans un Mémoire fort remarquable, *Sur le lait* (1). Voici comment il s'exprime :

« Le lait n'est ni acide ni alcalin; dans son état naturel, dès la sortie du pis de la vache, il bleuit le papier rouge et rougit le papier bleu d'une façon très sensible. C'est là une réaction sur laquelle on a beaucoup écrit dès qu'on l'a eu constatée chez le lait et qui ne lui est pourtant pas spéciale, attendu qu'elle est commune à un grand nombre de liquides, neutres par saturation réciproque de deux éléments de réactions contraires.

» Une conclusion pratique se déduit des faits qui précèdent : quand on veut examiner la réaction du lait, il est indispensable de faire un essai simultané sur le papier bleu de tournesol et sur le papier rouge sensible. Il ne peut être question ici que de lait naturel, au moment même de la traite.

» On sait, en effet, que, sous prétexte d'améliorer et de conserver le produit alimentaire destiné aux habitants de la ville, le lait, avant son transport, subit, le plus ordinairement, un véritable traitement : il reçoit une proportion notable de bicarbonate de soude, ou même un mélange composé de borax et d'acide borique.

» Dans ces conditions, la réaction du tournesol ne donnerait aucune indication utile.

» *Analyse microscopique.* — La pellicule mycodermique, *mère du pigment*, peut être enlevée assez facilement, à la surface de la crème, au moyen d'une mince spatule de platine; il faut, autant que possible, choisir les taches d'une coloration bleue, luisante et sans duvet de moisissure blanche. Un petit fragment de la pellicule, placé sous l'objectif, entre les deux lamelles de verre, sans autre préparation, se présente sous forme d'un tissu membraneux, composé de matière grasse et de bactéries rondes, globuleuses, immobiles. Les plaques un peu épaisses ont un reflet bleuâtre.

» Quand la tache bleue est d'origine récente, on ne trouve avec elle, dans l'échantillon examiné, aucun tube mycélien en développement; mais on observe presque toujours, dans la masse, une cristallisation en feuillets, transparents, striés et frangés, se réunissant vers un centre commun. Le dessin d'une violette aplatie rend assez fidèlement la figure de ce groupement. Cette cristallisation, toujours la même, signalée très fréquemment dans nos notes, est sans aucun doute produite par un acide gras.

---

(1) *Annales de l'Institut national agronomique*, n° 5; année 1879-1880.

» Ces observations et les suivantes ont été faites avec un microscope de Nachet $\left(\frac{\text{oculaire : 2}}{\text{objectif : 5}}\right)$.

» Dans certains cas, pour éliminer la plus grande partie de la matière grasse, j'ai traité par l'eau distillée la pellicule mycodermique qui devait être examinée au microscope. Les fragments de la pellicule, réunis dans une petite capsule, étaient délayés avec quelques gouttes d'eau distillée, puis on décantait l'émulsion grasse; les parcelles bleues du tissu se réunissaient au fond du vase et se laissaient diviser et laver, tout en conservant leur coloration bleue, à la condition cependant de ne pas trop prolonger le lavage.

» Ainsi préparé, l'échantillon se montre moins empâté; les bactéries rondes apparaissent plus nettes, toujours immobiles. La cristallisation de l'acide gras se trouve altérée, on ne rencontre que feuillets épars, mais de nombreux microbes s'agitent ordinairement dans les parties liquides.

» J'ai dit qu'une moisissure blanche se développait sur la surface de la crème en même temps et quelquefois plus rapidement que la pellicule bleue. Cette *mucorée,* en tubes rameux et cloisonnés, n'a aucun rapport avec le pigment bleu; dans ce milieu acide, sa végétation est des plus actives; en quelques jours, elle forme un treillis serré; cependant les articles rameux se terminent presque toujours comme le tube *fermé* de nos laboratoires, et jamais je n'ai remarqué la fructification de cette *mucorée,* tandis que, après soixante heures de séjour à l'air, la crème, ne présentant aucune moisissure bleue, servait parfois de terrain fertile à de remarquables végétations. Les tubes soyeux du *Mucor racemosus* pouvaient atteindre déjà $0^{m},010$ de hauteur; un petit renflement noirâtre terminait la tige; cette tête, capsulaire, comme celle d'un pavot, s'écrasait sous les lamelles de verre et laissait échapper de nombreuses spores, en olives. Sur ce même parterre, en végétation, j'ai aussi récolté un beau *penicillium,* resté blanc, en pleine fructification.

» J'ai fait de très nombreuses observations microscopiques sur la pellicule obtenue, par voie d'ensemencement, de la membrane bleue, dans le lait : toujours j'ai retrouvé le même enchevêtrement de bactéries et de matière grasse, sans tubes mycéliens, quand la tache bleue analysée était récente ou se conservait *luisante.*

» Cependant mes observations restaient incomplètes, en ce qui concerne la culture et l'isolement du microbe qui doit sécréter le pigment bleu du lait : la nature même de cette matière colorante m'est encore inconnue.

Afin de me tenir prêt pour la plus prochaine occasion, je me mis à étudier les méthodes. Notre confrère, M. Van Tieghem, accueillit mes communications avec une complaisance tout aimable et voulut bien me faire connaître des expériences de Schroeter et de Cohn qui pouvaient jeter quelque lumière sur la question.

» Schroeter, en 1870, observa de petites cellules, elliptiques, immobiles, sur des tranches de pommes de terre bouillies, qu'elles coloraient en bleu intense; il les a désignées sous le nom de *Bacteridium cyaneum*. Le pigment, bleu foncé, soluble dans l'eau, virait au rouge par les acides, pour repasser au bleu par les alcalis.

» M. Cohn, en 1872, reproduisit ce pigment bleu, par ensemencement, dans un liquide nourricier approprié; il obtint une pellicule mycodermique, composée de bactéries rondes : cette pellicule jouait le rôle de *mère* d'un pigment bleu, comparable au tournesol; le microbe fut alors désigné par M. Cohn sous le nom de *Micrococcus cyaneus*. Sa description pouvait s'appliquer aux bactéries de la pellicule mycodermique qui constitue le lait bleu.

» Je croyais aussi trouver d'utiles rapprochements à faire entre le pigment du lait bleu et la matière colorante des suppurations bleues, la *pyocyanine*, découverte par Fordos en 1851 et isolée, par lui, en cristaux d'un bleu foncé rappelant l'indigo ([1]). La pyocyanine joue le rôle d'un alcaloïde; elle forme, avec les acides, des composés cristallins. La réaction caractéristique de la pyocyanine est le passage du bleu au rouge par les acides, non le rouge pelure d'oignon du tournesol, mais un rouge carmin, rouge cerise. Un alcali ramène la couleur primitive.

» En 1882, M. Carle Gessard reprenait avec grand succès l'étude des *pansements bleus* et de la pyocyanine ([2]); il se mettait à rechercher, par la méthode des cultures de M. Pasteur, le microbe qui sécrète la pyocyanine. Après un grand nombre d'ensemencements successifs, M. Gessard paraît avoir isolé un organisme qui se montre constant dans sa forme et dans sa réaction physiologique : la production de pigment pour les différents liquides de cultures. Cet organisme se développe dans l'urine neutralisée, la décoction de carottes, la salive, la sueur, les liquides albumineux.

Cependant, M. Gessard *déclare n'avoir pas réussi à cultiver le microbe de*

([1]) *Comptes rendus*, t. LI, p. 215, et t. LVI, p. 1128.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 536.

la pyocyanine dans le lait qui, suivant lui, *serait coloré en bleu par un autre organisme* (1).

Pour appuyer encore cette conclusion, d'ailleurs très précise, je citerai quelques lignes d'une Note de Braconnot, qui avait eu l'occasion d'examiner le lait bleu (2). Il reconnut de suite que la coloration bleue n'était pas due à l'indigo, ainsi que le pensait Klaproth. Ensuite Braconnot ajoutait :

« Si l'on compare cette matière colorante bleue avec toutes celles qui ont été reconnues jusqu'à présent dans le règne végétal, on n'en voit aucune qui lui ressemble par ses propriétés, puisque généralement elles rougissent par les acides et verdissent avec les alcalis, tandis que *la matière colorante bleue du lait n'est point affectée par les acides et prend un beau rouge sous l'influence des alcalis.* »

» Cette remarque si intéressante, due à un expérimentateur habile, vint trop tard, à ma connaissance : je n'ai pu moi-même constater la réaction si inattendue produite, par les acalis, sur le pigment bleu du lait. Mais je puis affirmer, de mon côté, que les acides développés dans le lait restent sans réaction sur la matière colorante bleue. Tandis que la crème conserve sa couleur jaune normale, au-dessous de la pellicule bleue, le sérum et le caséum sont le plus souvent fortement colorés en bleu, si les taches se présentent nombreuses.

» Ces réactions sont absolument contraires à celles qui caractérisent la pyocyanine et le pigment bleu décrit par MM. Schroeter et Cohn.

» La proportion des acides libres contenus dans le sérum a été déterminée par la méthode alcalimétrique. En moyenne, d'après mes analyses, cette proportion d'acide, représentée par A, serait équivalente à $1^{gr},620$, acide sulfurique monohydraté, pour 1^{lit} de sérum.

» Quelques auteurs ont signalé la coloration bleue du lait des brebis (*Annales de Chimie et de Physique,* t. III, 1830, p. 269) : c'est un fait que je n'ai pas eu l'occasion de constater; mais j'ai pu étudier cette moisissure sur le lait d'une chèvre. Voici dans quelles circonstances : le 15 septembre 1877, au moment où l'état normal se rétablissait dans mon étable, j'appris qu'une chèvre, en bon état de santé, fournissait depuis quelques jours du *lait bleu.* Cette chèvre se trouvait assez loin de mon habitation, dans la vallée; elle n'avait aucune communication avec les animaux de ma ferme. On m'apporta une jatte de lait, dont la crème présentait deux taches bleues de belles dimensions, mais circonscrites et ne tendant pas à se développer. L'analyse par le microscope donnait les mêmes

---

(1) *Thèse sur la pyocyanine,* p. 53 ; 1882.

(2) *Journal de Chimie médicale,* t. II, 2e série, p. 625.

résultats que pour la pellicule bleue du lait des vaches; les tubes mycéliens apparaissaient déjà très nombreux, attendu que la crème datait de plusieurs jours. La cristallisation de l'acide gras se produisait avec sa forme habituelle.

» On voit que le microbe, au pigment bleu, se développe facilement sur le lait, sans distinction des espèces. Ajoutons, comme dernière observation générale, que ce développement est d'autant plus intense et rapide que la température est plus élevée : vingt-quatre heures suffisent, dans l'atmosphère d'une cuisine; mais soixante heures deviennent nécessaires dans une cave froide, pour obtenir les mêmes effets, sur le lait contaminé.

» Dans un très bon livre, *Sur l'Agriculture du pays de Caux*, M. Eugène Marchand devait parler du *lait bleu*. Suivant lui, cette altération, assez fréquente dans la contrée qu'il habite, serait due à l'une des trois causes suivantes : malpropreté de la laiterie et des vases; nourriture trop substantielle; pauvreté, en principes calcaires, du sol sur lequel les vaches sont entretenues, au pâturage. M. Marchand considère cette dernière cause comme très active : pour y porter remède, il conseille d'administrer aux vaches, pendant une huitaine de jours, 50^{gr} environ de carbonate de chaux par jour.

» Je n'ai pas essayé ce traitement, mais je rappellerai seulement qu'une médication alcaline avait fort mal réussi à mes vaches. C'est alors que j'ai cherché les moyens de *guérir* directement le lait.

» Sur les plateaux du pays de Caux, les vaches sont le plus souvent mises au pâturage dans les herbages ou *masures* qui entourent les fermes : à mon avis, la fumure de ces herbages est trop fréquente, trop animalisée.

» L'eau des mares qui sert à abreuver les bestiaux est très ammoniacale et très chargée d'organismes, surtout pendant la saison chaude : on comprend facilement que le lait sécrété dans de pareilles conditions de nourriture devienne un milieu très favorable au développement des microbes.

» Ainsi que je l'ai indiqué précédemment, quelques dix-millièmes d'acide acétique, ajoutés au lait destiné à la fabrication du beurre, suffisent pour modifier heureusement cette disposition pathologique.

» A l'appui de mon observation, sur l'influence de l'eau des mares, je communiquerai cette remarque : la maladie du *lait bleu* est rarement signalée dans les vallées et les herbages qui se trouvent traversés par un bon cours d'eau ([1]). »

([1]) Page 684, ligne 10, *au lieu* d'octobre, *lisez* août. Rétablir ainsi la ligne 11 : « La maladie, dans son intensité du 20 août au 7 septembre, se terminait heureusement le 15 septembre.

NAVIGATION. — *Sur la seconde édition du « Pilote de Terre-Neuve » de M. l'Amiral Cloué, et sur une question d'optique atmosphérique;* par M. Faye.

« L'île et les bancs de Terre-Neuve sont la région du globe la plus importante pour la grande pêche maritime; c'est aussi, au point de vue de la Physique du globe, l'une des plus curieuses. L'Amiral Cloué, un des navigateurs qui connaissent le mieux ces régions dont l'étude a occupé onze années de sa carrière si active et si bien remplie, vient de compléter la première publication de son *Pilote de Terre-Neuve* au moyen des documents recueillis, dans ces quinze dernières années, par ses habiles successeurs, en sorte que ces difficiles parages, où se trouvent engagés les intérêts éminemment respectables de nos pêcheries et qui représentent les derniers vestiges de nos anciennes colonies de l'Amérique du Nord, sont désormais aussi éclairés que possible pour tous les besoins de la navigation.

» Au point de vue scientifique, ces contrées n'offrent pas un moindre intérêt. Voisines d'un des pôles magnétiques, séjour permanent des aurores boréales, point de réunion et de conflit du gulf-stream avec les deux courants qui viennent des pôles, fréquentées de temps immémorial par une faune maritime des plus curieuses, lieu d'aboutissement nécessaire des câbles transatlantiques qui vont de France et d'Angleterre aux États-Unis, il y a là un centre d'étude où les phénomènes naturels se présentent avec une intensité frappante. Bien que l'Amiral Cloué ait eu exclusivement en vue, dans ces deux Volumes, les besoins de la navigation, il a pourtant touché, sous la forme la plus concise, aux questions de l'ordre scientifique qui se sont présentées à lui. A côté de renseignements rapides sur ces énergiques populations de marins de nos îles, sur les expéditions qui partent annuellement de France pour la pêche du golfe ou des bancs, on trouve des indications du plus haut intérêt sur le climat, les productions de Terre-Neuve, les vents régnants, les courants de la mer, la marche des glaces et banquises aux différentes saisons, les déviations du compas, les attractions locales, les brumes qui se produisent en ce nœud de rencontre des eaux chaudes de l'équateur et des eaux froides du pôle. Il serait à désirer que le savant auteur eût le loisir de résumer, dans un livre d'un genre différent, les observations qu'il a faites sur les aurores boréales, les variations de l'aiguille aimantée, les phénomènes de mirage, etc., qui ne pouvaient trou-

ver place dans un *Pilote* destiné à être continuellement feuilleté par les navigateurs.

» Tout en présentant à l'Académie ces deux excellents Volumes, je demande la permission de lui soumettre quelques considérations sur un phénomène curieux que l'auteur a cité (p. 10 du t. I) pour montrer combien l'appréciation des distances en temps de brume est sujette à erreur.

« Après avoir rallié la côte du Labrador, nous la prolongeâmes à la » distance d'un quart de mille, *à ce qu'il nous semblait;* on la voyait très » vaguement, mais on croyait en distinguer assez bien le pied. Il y avait » calme complet; nous marchions à une vitesse très modérée dépassant » à peine cinq nœuds.

» Au bout de quelque temps, il nous parut qu'il se produisait une » éclaircie dans le brouillard, car nous apercevions une haute colline » se dessiner assez nettement par notre travers; nous jugions que ce devait » être un des sommets de la côte qui est généralement assez élevée dans » cet endroit, lorsque, presque aussitôt, nous vîmes apparaître et s'agiter » sur cette terre des silhouettes gigantesques d'hommes et de femmes; ces » individus nous paraissaient d'une taille presque égale à la hauteur de » la colline !

» Il y eut un moment de profonde stupéfaction ; nous avions stoppé, » les géants se mirent à nous parler, et instantanément notre illusion se » dissipa; on lança au large, nous n'étions pas à 40^m de terre.

» Un canot nous accosta et nous apprit que nous étions devant *Carrol-* » *Cove,* dont la petite presqu'île, assez basse, nous avait paru dans le brouil- » lard être une montagne. C'est sur cette montagne que nous avions vu » apparaître tout à coup, attirés par le bruit des roues de notre bâtiment, » ces individus qui, pendant un instant, nous parurent fantastiques. »

» Le plus étonnant phénomène d'optique atmosphérique, à laquelle rien ne peut nous soustraire, c'est assurément celui du ciel : chaque observateur occupe le centre du sien, car chacun a son ciel comme il a son horizon [1] et

---

[1] On devrait dire, ce me semble, *le ciel* et non pas *les cieux*. Cette expression, *les cieux*, répond à l'hypothèse des cieux sphériques, isolés de la Terre, transparents, emboîtés l'un dans l'autre comme un joujou chinois, portant les planètes et les étoiles, tournant autour de l'axe du monde, c'est-à-dire à l'hypothèse géométrique des astronomes grecs connue sous le nom de *système de Ptolémée*, et exposée dans le *Songe de Scipion*. Le mot *ciel*, au singulier, correspond à l'univers tel qu'il s'est de tout temps présenté et révélé à nos sens, indépendamment de toute hypothèse.

emporte l'un et l'autre avec lui quand il se déplace. Cette apparence est due aux particules réfléchissantes qui voguent continuellement dans les régions basses de l'atmosphère, particules auxquelles nous devons aussi le bienfait de la lumière diffuse. Leur ensemble forme un fond de tableau plus ou moins éloigné sur lequel se peignent pour nous, en perspective, les astres, les nuages, les montagnes lointaines, mais non les objets voisins dont on apprécie aisément la distance. On peut remplacer ce fond de tableau en forme de cloche ou de voûte par un autre, de figure quelconque, plane par exemple, en se plaçant pendant la nuit devant la vitre d'une fenêtre, dans une chambre dont le plafond soit faiblement éclairé. A travers la vitre on voit les étoiles par réflexion, et, sur la vitre, on voit devant soi l'image du plafond auquel les astres semblent attachés si l'illusion est bien complète.

» D'autre part, il est facile de s'assurer que nous jugeons de la grandeur des objets vus en perspective sur un fond de tableau quelconque, non seulement par l'angle visuel qui est invariable, mais aussi par la distance à laquelle nous imaginons que l'image est placée, c'est-à-dire celle du fond de tableau où elle se peint.

» Ainsi, si vous regardez à travers une vitre une surface éloignée et bien éclairée, une muraille ou le sol, il peut arriver qu'un animal très petit, un moucheron placé à votre insu sur la vitre, ou une petite tache noire, se peigne pour vous sur le fond du tableau que vous considérez et vous paraisse d'une grandeur extraordinaire, bien entendu avec tous les caractères de la vision confuse. Mais, s'il vous arrive de regarder sur la vitre, l'œil, s'accommodant à cette distance, y saisit la tache ou le moucheron, et l'illusion disparaît aussitôt. Vous cessez de voir l'objet se peindre sur le fond du tableau éloigné parce que l'œil le saisit, là où il est, avec ses dimensions habituelles. Pour les astres, la Lune, par exemple, dont la distance est énorme, il n'y a pas d'adaptation possible de l'œil; la Lune ne cesse pas d'être vue en peinture sur le fond de ciel, d'autant plus grande que ce fond de tableau est plus éloigné, c'est-à-dire deux fois plus grande près de l'horizon qu'au zénith [1].

» Dans le cas si frappant que rapporte l'amiral Cloué, le ciel ou fond de tableau ordinaire sur lequel nous ne projetons jamais, même inconsciem-

---

(1) Le fond du tableau, le ciel, est plus éloigné à l'horizon qu'au zénith, parce que la couche de particules aériennes faiblement éclairées est bien plus profonde dans le sens horizontal que verticalement.

ment, les objets voisins, parce qu'il est trop éloigné, le ciel, dis-je, s'était rapproché à 100^m ou 200^m peut-être par l'effet du brouillard, tandis que les individus placés sur la côte et vus en projection sur le fond du tableau n'étaient qu'à une quarantaine de mètres. En se peignant sur le ciel, ils devaient paraître, par vision confuse, bien plus grands que nature, comme des silhouettes gigantesques. Une fois nos marins avertis, l'illusion cessa aussitôt, parce que l'œil ou les yeux s'adaptèrent à la vraie distance [1].

» L'Ouvrage de M. l'amiral Cloué contient bien d'autres passages relatifs à la Physique du globe et pose plus d'un problème moins facile à résoudre que celui que je viens de rapporter. Je citerai, par exemple, ces brumes singulières qui voguent à 2^m ou 3^m au-dessus de la mer, en sorte qu'en descendant dans un canot on peut voir les côtes, tandis que, sur le pont du navire, on ne distingue rien à 20^m de distance, et ces brumes minces et planes dont on se dégage en montant à une vingtaine de mètres, en sorte que le capitaine, pour diriger son navire, n'a qu'à se placer en vigie sur un mât. Ou bien encore ces déviations singulières de l'aiguille aimantée, dues probablement à des attractions locales du fond et auxquelles il semble qu'on puisse se soustraire pour peu qu'on ne repasse pas exactement au même endroit. On apprend surtout, en parcourant ce livre, à admirer ces hardis marins qu'on retrouve sur des mers, encore françaises en partie, aux prises avec toutes les difficultés, tous les dangers qu'une nature impitoyable accumule dans ces parages. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Rôle des vaisseaux lymphatiques dans la production de certains phénomènes pathologiques.* Note de M. **Alph. Guérin**.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Ce qui est le plus obscur dans la circulation est certainement ce qui est relatif aux vaisseaux lymphatiques. S'anastomosent-ils avec les dernières ramifications artérielles? Mascagni avait admis cette anastomose; récemment M. Sappey s'est rangé à cette opinion, mais les micrographes l'ont unanimement repoussée.

---

(1) Il faut d'ailleurs que le fond du tableau accidentel ne soit pas trop éloigné, autrement les silhouettes agrandies n'auraient pas l'intensité nécessaire pour être perçues.

» Comme cette question offre un très vif intérêt au point de vue de la Pathogénie, je l'ai étudiée avec le plus grand soin.

» Ce n'est pas à la périphérie du corps que l'on peut voir les artères s'unir aux ramuscules lymphatiques : il n'en est plus de même lorsqu'on étudie la circulation sur un viscère abondamment pourvu de vaisseaux à sa surface externe. Les poumons sont admirablement disposés pour l'étude des vaisseaux lymphatiques que l'on voit à l'œil nu, dès qu'on a ouvert la cage thoracique. On les distingue bien mieux encore quand on les a injectés avec du mercure. Lorsque cette injection a parfaitement réussi, les vaisseaux lymphatiques couvrent la totalité de la surface pulmonaire, et il est impossible d'admettre un instant que les figures polygonales tracées par ces vaisseaux soient autre chose que des lymphatiques. Cette notion est indispensable pour que l'on se rende compte de la valeur de l'expérience suivante.

» Si, par une seringue dont on introduit le tube dans l'artère pulmonaire, on pousse une injection d'eau ou d'un liquide albumineux, au bout de quelques secondes, ce liquide entre dans les vaisseaux lymphatiques et les distend au point de les rendre saillants sous la plèvre.

» Si préalablement on ne s'était pas convaincu qu'il n'y a pas de réseaux veineux à la surface du poumon, on serait tenté de croire que ce sont de petites veines que l'on remplit par l'injection; mais, pour ceux qui ne connaîtraient pas cette disposition anatomique, j'ajouterai que le liquide injecté peut être suivi jusque dans les ganglions lymphatiques qui sont situés au voisinage des grosses bronches.

» Ce qui pourrait jeter quelque doute dans l'esprit des anatomistes, c'est que ce n'est pas le liquide incolore de l'injection qui remplit tout d'abord les lymphatiques : c'est un liquide d'une teinte rougeâtre. Mais le liquide va jusqu'aux ganglions, où l'on peut constater sa présence quand on a injecté une solution de ferrocyanure de potassium; il suffit alors de toucher avec du sulfate de fer la surface d'un ganglion bronchique, car la réaction donne immédiatement naissance à du bleu de Prusse.

» Il n'y a donc pas de doute, on injecte les lymphatiques du poumon en injectant l'artère pulmonaire. On peut donc affirmer que les capillaires artériels s'anastomosent avec les capillaires lymphatiques.

» On se confirme encore davantage dans cette opinion quand on injecte une solution de gélatine. La gélatine pénétrant dans les lymphatiques y devient facile à voir, à cause de la couleur qui lui est propre, et si l'on pique

la surface du poumon avec un tube à injection lymphatique, on ne tarde pas à reconnaître que le mercure pousse devant lui la solution de gélatine.

» Avant d'étudier les corollaires de ce qui précède, je veux examiner les objections qui peuvent m'être faites : la première qui se présente à l'esprit est la difficulté de concevoir une communication directe entre les artères et les vaisseaux lymphatiques, sans que les globules sanguins aillent des unes aux autres; mais rien ne m'autorise à soutenir ce passage des globules. Mes expériences ne m'ont démontré qu'une chose : c'est qu'un liquide analogue au sérum du sang peut passer directement du système artériel dans le système lymphatique.

» Si le sérum du sang passe seul directement des artères dans les vaisseaux lymphatiques, c'est déjà quelque chose : c'est le véhicule des globules blancs.

» Je me suis fait encore une autre objection : je me suis demandé comment une injection poussée dans l'artère pulmonaire peut donner aux vaisseaux lymphatiques une teinte rouge, puisque les globules du sang sont trop gros pour entrer dans des vaisseaux d'une extrême ténuité ($0^{mm},002$, Sappey), mais la réponse est facile : l'hémoglobine seule est entraînée par le liquide de l'injection, dans lequel il se dissout.

» Enfin il est une dernière objection dont j'ai toujours tenu grand compte : n'est-il pas possible que l'épithélium, se détruisant après la mort, établisse des communications qui n'existaient pas durant la vie? Des expériences que j'ai faites sur des lapins que je venais de sacrifier me permettent de penser que la communication existe avant que l'épithélium ait pu être modifié par la mort. D'ailleurs, si l'on admettait que le succès de mes injections tient à ce que des tissus que la vie a abandonnés se sont rompus, cette explication serait moins admissible pour une solution de gélatine qui, s'épanchant au voisinage de la rupture, comprimerait les lymphatiques et n'y entrerait pas.

» Cette communication ne m'intéresse pas, d'ailleurs, comme un simple fait anatomique; elle a surtout de l'intérêt, parce qu'elle nous permet de comprendre certains phénomènes pathologiques. S'il faut, en effet, si peu de chose pour que les vaisseaux lymphatiques soient envahis par des éléments qu'ils ne sont pas destinés à contenir, il n'est plus difficile de comprendre l'*inflammation*. Le type de l'inflammation n'est-il pas le phlegmon? Or les chirurgiens sont, je crois, unanimes pour admettre que

cette maladie se produit et se propage dans les vaisseaux lymphatiques du tissu conjonctif.

» Si les vaisseaux lymphatiques donnent accès à des éléments du sang, ne nous sera-t-il pas plus facile de comprendre la suppuration par des globules qui forcent si facilement le passage, qu'en admettant avec Conheim le filtrage des globules blancs du sang à travers les parois des vaisseaux sanguins, ce qu'il a appelé *diapédèze ?*

» Mes études sur la communication des artères avec les lymphatiques me portent à admettre que c'est l'envahissement du territoire des lymphatiques par les globules du sang qui constitue le phénomène primordial de la suppuration.

» Avant de terminer cette Note, je demande la permission de noter un fait qui a son importance au point de vue de la Médecine : j'ai attiré l'attention sur le nombre prodigieux des réseaux lymphatiques qui recouvrent la surface extérieure des poumons ; eh bien, lorsque la plèvre s'enflamme, les lymphatiques ne tardent pas à s'oblitérer. C'est par les réseaux que le phénomène commence, et c'est en vain que, sur le poumon du cadavre d'un individu mort dans le cours d'une pleurésie récente, on cherche à les injecter. Pus tard, l'oblitération gagne les vaisseaux d'un volume plus considérable ; or, s'il n'est pas prouvé que le liquide qui s'épanche dans la pleurésie provienne des lymphatiques (je suis même porté à croire qu'il s'épanche parce qu'il ne trouve pas de passage à travers les vaisseaux), on ne peut se refuser à penser, en les voyant couvrir si complètement la surface pleurale des poumons, que c'est par eux que se fait l'absorption du liquide épanché, soit que l'on admette les pores ouverts dont l'existence n'est pas démontrée, soit que, avec un éminent physiologiste, on regarde cette opération comme étant un phénomène osmotique.

» Si les vaisseaux lymphatiques sont les agents de l'absorption des liquides épanchés dans la plèvre, il est facile de comprendre que cette résorption ne pourra se produire tant que l'obstruction des vaisseaux persistera. C'est sans doute pour cela que l'on voit des épanchements pleurétiques durer indéfiniment, sans être modifiés par les traitements les plus énergiques, puis disparaître en quelques jours, parce que les voies d'absorption sont devenues perméables. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Hatt adresse, par l'entremise de M. Bouquet de la Grye, un Rapport sommaire sur les résultats obtenus par la Mission qu'il a dirigée, à Chubut, pour l'observation du passage de Vénus, et une Note de M. *de Penfentenyo*, relative aux observations faites à Montevideo.

Ces divers documents seront imprimés ultérieurement, avec ceux des autres Missions.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les caractères et la nature du processus qui résulte de l'inoculation de la péripneumonie.* Mémoire de M. G. Colin, présenté par M. Bouley. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi au Concours Montyon.)

« Les données saillantes qui ressortent de ce travail sont les suivantes :

» 1° L'inoculation du virus emprunté à la péripneumonie des bêtes bovines a pour résultat de développer dans les éléments cellulaires sous-jacents à la peau ou dans ceux des interstices musculaires un processus qui est, au point de vue pathologique et histologique, l'équivalent de celui du poumon et des plèvres dans la péripneumonie contagieuse. Ce processus a pour caractère essentiel des exsudats fibrino-albumineux, jaunâtres, chargés de leucocytes, d'épithéliums nucléaires, de granules divers, exsudats semblables à ceux qui sont produits dans les cloisons conjonctives interlobulaires du poumon.

» 2° L'exsudat fourni par le tissu conjonctif irrité à la suite de l'inoculation jouit, par sa partie liquide comme par ses éléments solides, d'une virulence égale à celle des produits de même nature puisés dans le tissu pulmonaire des bêtes affectées de la péripneumonie.

» 3° Les éléments virulents de l'exsudat, pour déterminer pleinement leurs effets de réaction locale, doivent être introduits dans le tissu cellulaire, qui est leur terrain de culture par excellence. Ils ne paraissent pas agir quand ils sont simplement déposés dans les couches superficielles de la peau, à moins que les prolongements cellulaires du derme ne les portent dans les couches conjonctives sous-jacentes.

» 4° Les engorgements considérables à l'appendice caudal, au cou, sous

la poitrine et dans tous les autres points riches en tissu conjonctif où l'insertion virulente peut être pratiquée, de même que les accidents de gangrène ou autres, sont dus, non à la septicité des liquides virulents, mais à leur pénétration dans les points où ils se cultivent et se régénèrent avec trop de facilité.

» 5° Néanmoins il convient, dans la pratique, d'éviter l'emploi des liquides altérés, parce que l'altération, suivant les cas, complique, aggrave les effets de la virulence et souvent les annihile en détruisant la virulence même.

» 6° L'inoculation par les procédés ordinaires ne semble conférer l'immunité que si elle est suivie d'une réaction traduite par la tuméfaction, l'œdème et les exsudats dans une région cellulaire plus ou moins étendue.

» 7° Le degré de l'immunité résultant de l'inoculation paraît proportionnel à l'intensité de la réaction consécutive à cette opération. Cette immunité s'acquiert difficilement par les insertions dermiques superficielles non suivies d'engorgements. Aussi, après ces insertions sans effets appréciables, les réinoculations intracellulaires sont suivies d'accidents graves, souvent mortels. »

HYDRAULIQUE. — *Sur la possibilité d'augmenter les eaux d'irrigation du Rhône, à l'aide de réserves à établir dans les lacs de Genève, du Bourget et d'Annecy.* Note de M. **Ar. Dumont**.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Boussingault, de Lesseps, P. Thenard, L. Lalanne.)

« M. Vallée, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, proposait, en 1843, de transformer le lac de Genève en une grande réserve d'eau qui permettrait de doubler en étiage le volume du Rhône. On pourrait arriver à ce résultat par des travaux coûtant moins de 4 millions, consistant à établir, à la sortie du lac, à Genève, un barrage muni de vannes régulatrices.

» L'idée de M. Vallée frappa les esprits par sa simplicité et par les grandes améliorations qu'elle aurait pu apporter à l'état de la navigation, à l'aide de dépenses peu considérables. Mais cette idée ne fut point alors acceptée; on objecta, notamment, les difficultés diplomatiques qui pourraient surgir entre la France et les cantons de Genève et de Vaud, bien que l'exécution

de ce projet n'eût pas pour effet d'élever le niveau des plus hautes eaux du lac.

» Depuis lors, cette idée est donc restée à l'état théorique, et l'on a préféré adopter, pour améliorer la navigation, un système de travaux qui coûtera près de quarante millions.

» Depuis 1843, les questions relatives au Rhône ont changé entièrement de face; pendant que l'importance de la navigation diminuait tous les jours par l'établissement de deux chemins de fer parallèles au fleuve, les questions d'irrigation acquéraient un caractère de nécessité absolue. Les populations riveraines demandaient à puiser dans le fleuve les eaux qui leur sont devenues indispensables pour régénérer une Agriculture ruinée par des désastres successifs.

» C'est dans cet ordre d'idées que nous avons été chargé par le Gouvernement, dès 1868, d'étudier un projet de dérivation du Rhône, à partir des roches de Condrieu, d'un débit de 60^{mc} par seconde, et desservant les deux flancs de la vallée depuis Condrieu jusqu'à Béziers. Ce projet, qui aurait pu en été irriguer 45000^{ha} de terres et submerger en hiver 50000^{ha} de vignes, fut approuvé deux fois par le Conseil général des Ponts et Chaussées. Les dépenses, après les vérifications les plus minutieuses, furent portées à 150 millions. Le volume de la dérivation fut réduit à 35^{mc}. En cet état de choses et après dix ans de discussions et d'efforts, mon projet fut déclaré d'utilité publique par la loi de décembre 1879, qui décida que le canal serait exécuté si les propriétaires intéressés supportaient la moitié de la dépense. Cette condition a été remplie.

» On aurait pu croire dès lors qu'il n'y avait plus qu'à passer à l'exécution, mais on comptait sans des oppositions qui suscitèrent plusieurs contre-projets, en sorte que toute question de dérivation du Rhône fut momentanément ajournée par le Sénat.

» C'est une situation déplorable et à laquelle on ne saurait porter trop tôt remède. Il nous paraît intéressant d'examiner aujourd'hui si la reprise de constituer le lac de Genève en réserve ne pourrait pas faire entrevoir pour l'avenir l'augmentation du volume déjà concédé de 35^{mc}, cette éventualité ôtant à la navigation tout prétexte d'élever la moindre objection tant pour le présent que pour l'avenir.

» Depuis 1843, la Savoie a été annexée à la France; les lacs du Bourget et d'Annecy pourraient être également transformés en réserves, dans une proportion moins considérable sans doute, mais encore extrêmement utile, sans soulever des oppositions diplomatiques.

» D'ailleurs, ces difficultés qu'on opposait à M. Vallée à propos du lac de Genève sont-elles aussi grandes qu'on le supposait? On ne peut le penser, puisque l'exécution du barrage n'avait pas pour objet d'augmenter la hauteur des plus grandes eaux du lac, mais se bornait à réglementer avantageusement l'état des eaux hautes ou basses.

» Il convient de rechercher aujourd'hui dans quelle mesure l'application d'une telle idée pourrait augmenter les ressources des irrigations du Midi, sans toucher aux intérêts de la navigation. S'il est possible de discipliner le Rhône, par des travaux aussi simples que peu coûteux, s'étendant sur tout son bassin, l'intérêt des deux pays est de les exécuter. Nous allons donc rechercher dans quelles mesures l'aménagement rationnel de ces trois lacs pourrait augmenter les ressources de l'irrigation, tout en considérant comme définitivement acquis les 35^{mc} accordés par la loi de 1879. Commençons par le lac de Genève.

» *Lac de Genève.* — On sait que ce lac a une superficie de 600000000 de mètres carrés; il se gonfle en été par les eaux qui proviennent de la fonte des neiges et des glaces; son niveau s'élève graduellement : il atteint son maximum du 16 juillet au 29 septembre, et son minimum du 18 décembre au 3 mai.

» En moyenne, les eaux sont au plus haut le 14 août et au plus bas le 7 mars. La montée s'opère en cinq mois et neuf jours, et la descente en six mois et vingt-six jours. La différence de volume du lac, du plus bas étiage aux plus hautes eaux, est de 1770000000 de mètres cubes.

» M. Vallée, en recherchant les volumes actuels d'étiage du Rhône aux cinq points suivants : Genève, le Parc, Lyon, Avignon et Arles, et la proportion dans laquelle il serait possible d'augmenter ces volumes, par la disposition de la réserve, en réglementant le volume du fleuve à la sortie du lac à l'aide de vannes, arrivait aux résultats suivants :

» L'étiage à Genève, de 200^{mc} par seconde, peut être porté à 460^{mc}; au Parc, de 230^{mc} par seconde il peut être porté à 490^{mc}; à Lyon, de 260^{mc} par seconde il peut être porté à 520^{mc}; à Avignon, de 480^{mc} par seconde il peut être porté à 740^{mc}; à Arles, de 520^{mc} par seconde il peut être porté à 780^{mc}.

» Ainsi, entre Lyon et Avignon, le volume d'étiage pourrait être augmenté de 200^{mc} par seconde, et le prélèvement d'un volume de 60^{mc} à la hauteur de Condrieu ne pourrait soulever l'ombre d'une objection.

» *Lacs du Bourget et d'Annecy.* — Si nous considérons maintenant les deux lacs du Bourget et d'Annecy, nous n'y trouverons point sans doute une

réserve aussi puissante; cependant, elle est loin d'être à dédaigner pour les irrigations du Midi.

» Ces deux lacs agissent, comme celui de Genève, sur le régime du fleuve; ils concourent, avec ce dernier, à l'amélioration du Rhône. Le volume qui s'y accumule, lors de la fonte des neiges, est de 70 millions de mètres cubes. Les variations de hauteur ne sont, en moyenne, pour le lac du Bourget que de $1^{m},60$ et, pour le lac d'Annecy, que de $0^{m},70$.

» En résumé, et en dehors du lac de Genève, c'est une réserve totale de 70 millions de mètres cubes au moins, qui, répartis sur les deux mois de pénurie du Rhône, représentent un volume constant de plus de *treize mètres cubes par seconde.* »

M. G. Cabanellas adresse une réclamation de priorité au sujet des résultats signalés dans la Note récente de M. *Joubert* : « Sur la théorie des machines électromagnétiques [1] ».

L'auteur rappelle, à l'appui de cette réclamation, les Communications qu'il a adressées lui-même le 23 juin 1880 et le 9 janvier 1882; puis, à la Société de Physique, au mois de novembre 1882.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre par laquelle la ville de Nemours informe l'Académie qu'elle ouvre une souscription pour élever une statue au mathématicien *Etienne Bézout.*

ASTRONOMIE. — *Déterminations de longitudes, effectuées au Chili, par la Mission du passage de Vénus.* Lettre de M. de Bernardières à M. le Président.

« Valparaiso, le 3 février 1883.

» J'ai l'honneur de porter à votre connaissance l'état d'avancement des travaux de différences de longitude, dont le Bureau des Longitudes a bien voulu nous confier l'exécution et qui auront l'avantage de fournir une

(1) *Comptes rendus,* 5 mars 1883, p. 641 de ce Volume.

longitude très exacte pour la station du Cerro Negro, où j'ai observé le phénomène du passage de Vénus.

Cerro Negro-Santiago	Terminée.
Santiago-Valparaiso	Terminée.
Valparaiso-Buenos Ayres	Terminée.
Valparaiso-Churillos	Terminée.
Churillos-Lima-Callao	En voie d'exécution.
Valparaiso-Churillos-Panama	A exécuter.

» Le travail avec Buenos Ayres, commencé depuis près d'un mois, n'a pu être achevé que ces jours derniers, à cause de la difficulté de réunir simultanément des conditions favorables sur les bords des deux Océans et dans tout le parcours d'une ligne aérienne qui, après avoir franchi la Cordillère des Andes à une hauteur de 4000^m, s'étend dans la région des Pampas, sujette à des troubles électriques très intenses.

» J'ai terminé, il y a deux jours, le travail avec Churillos, qu'il faut maintenant relier à Lima et au Callao. Les communications avec le câble sous-marin, rompu déjà plusieurs fois, ne s'effectuent pas sans difficulté et, pour obtenir de bons signaux, j'ai dû placer les deux stations aussi près que possible des aboutissements du câble. C'est par la même raison que les employés sont obligés de faire, chaque soir, le trajet des bureaux des villes aux cabanes de la plage, distantes souvent de plusieurs lieues, pour supprimer les petites lignes aériennes intermédiaires et nous donner la communication directe. Aussi ne saurions-nous trop remercier la Compagnie anglaise du *West Coast of America Telegraph*. Je viens d'obtenir les mêmes facilités de la Compagnie américaine du *Central and South American Cable*, qui vient de poser le câble entre Panama et Churillos.

» Dans les opérations avec Buenos Ayres, la Compagnie *Transandine* n'a pas montré moins d'empressement à nous être agréable. Chaque nuit, les employés de cette Compagnie, qui, comme celles des Câbles sous-marins, ne travaillent que le jour, étaient placés par ses soins auprès des nombreux relais de cette ligne, afin d'en surveiller le bon fonctionnement. D'un autre côté, l'appui du gouvernement chilien a été aussi complet et aussi empressé que possible, tant par le matériel que par les employés qu'il a bien voulu mettre à ma disposition. C'est ainsi que, pour la seule station de Valparaiso, j'ai dû faire construire trois lignes, dont une comprend un câble isolé de près de 2^{km} de longueur. Au Pérou, nous avons trouvé le même concours obligeant auprès de M. l'amiral Lynch, qui commande en chef l'armée d'occupation.

» Panama est, sur le chemin de retour, notre dernière étape qui reliera la côte occidentale de l'Amérique du Sud à l'Europe par l'intermédiaire de l'Amérique du Nord, comme nous venons de la relier à Buenos Ayres et une première fois à l'Europe par l'intermédiaire du Brésil. J'ai bon espoir dans la réussite, et nous avons eu la chance de devancer les Américains qui, d'après les renseignements que l'on m'envoie de Lima, se disposaient à faire très prochainement ce travail.

» En raison de la non-coïncidence des paquebots, l'installation ne pourra être commencée à Panama avant le 15 février prochain, mais le ciel y est beau en cette saison, et j'espère que nous nous mettrons en route pour l'Europe vers le 1er mars, restant ainsi dans la limite des deux mois fixée pour la durée des opérations.

» A mon retour, je séjournerai quelques jours à Buenos Ayres, pour faire ma différence d'équation personnelle avec M. Beuf. J'ai renouvelé fréquemment cette mesure avec M. Barnaud. Nous avons effectué la même détermination pour l'échange des signaux lumineux employés par le câble sous-marin, et croyez, Monsieur le Président, que je ferai tous mes efforts pour assurer la réussite de cet important travail, tout en hâtant le plus possible son exécution.

» D'un autre côté, je profite de toutes les occasions qui se présentent pour effectuer les déterminations magnétiques qui, je l'espère, pourront être reliées à celles du cap Horn et fournir les indications utiles pour nos cartes marines. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre des diviseurs d'un nombre entier.* Note de M. T.-Q. STIELTJES, présentée par M. Hermite.

« Désignons par $f(n)$ le nombre des diviseurs de n; nous allons faire voir qu'on a alors

$$(1)\qquad \lim\left[\frac{f(1)+f(2)+\ldots+f(n)}{n}-\log n\right]=\text{A}\quad \text{pour } n=\infty.$$

A est une constante égale à $-1-2\Gamma'(1)$; sa valeur numérique est

$$\text{A}=0,15443132980\ldots,$$

» Voici quelques valeurs de la fonction qui figure dans le premier mem-

bre de la formule (1) :

$$n = 100, \qquad 0{,}2148, \qquad \ldots.$$
$$n = 1000, \qquad 0{,}161245, \qquad \ldots,$$
$$n = 100000, \qquad 0{,}154574535, \qquad \ldots,$$

» En considérant l'ensemble des nombres 1, 2, ..., n avec leurs diviseurs, on voit facilement que le nombre de fois que $p \leqq n$ y figure est $\mathrm{E}\left(\frac{n}{p}\right)$; donc

$$f(1) + f(2) + \ldots + f(n) = \sum_{p=1}^{p=n} \mathrm{E}\left(\frac{n}{p}\right).$$

» Nommons $r_1, r_2, r_3, \ldots$ les restes que l'on obtient en divisant n successivement par $n, n-1, n-2, \ldots$, en sorte que $r_k \leqq n - k$; alors

$$\sum_1^n \mathrm{E}\left(\frac{n}{p}\right) = n\sum_1^n \frac{1}{p} - \sum_1^n \frac{r_p}{n-p+1},$$

et ensuite

$$\frac{f(1)+f(2)+\ldots+f(n)}{n} - \log n = \sum_1^n \frac{1}{p} - \log n - \sum_1^n \frac{r_p}{n(n-p+1)}.$$

» Or on sait que

$$\lim \sum_1^n \frac{1}{p} - \log n = -\Gamma'(1),$$

et dès lors nous n'aurons plus qu'à démontrer que l'expression

$$(2) \qquad \sum_1^n \frac{r_p}{n(n-p+1)}$$

converge vers une limite déterminée.

» Or cela est facile, en remarquant que, pour $n = \infty$, on a

$$\sum_1^{n-\mathrm{E}\left(\frac{n}{2}\right)} \frac{r_p}{n(n-p+1)} = \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{x\,dx}{1-x} = \log 2 - \frac{1}{2},$$

$$\sum_{n-\mathrm{E}\left(\frac{n}{2}\right)+1}^{n-\mathrm{E}\left(\frac{n}{3}\right)} \frac{r_p}{n(n-p+1)} = \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{x\,dx}{1-x} = \log\frac{3}{2} - \frac{1}{3},$$

$$\sum_{n-\mathrm{E}\left(\frac{n}{3}\right)+1}^{n-\mathrm{E}\left(\frac{n}{4}\right)} \frac{r_p}{n(n-p+1)} = \int_0^{\frac{1}{4}} \frac{x\,dx}{1-x} = \log\frac{4}{3} - \frac{1}{4}.$$

en sorte que l'on obtient pour la limite de l'expression (2)

$$\sum_1^\infty\left[\log\left(\frac{p+1}{p}\right)-\frac{1}{p+1}\right]=\sum_1^\infty\left[\frac{1}{2}\left(\frac{1}{p+1}\right)^2+\frac{1}{3}\left(\frac{1}{p+1}\right)^3+\frac{1}{4}\left(\frac{1}{p+1}\right)^4+\ldots\right]$$

ou bien, en posant $S_k=\sum_1^\infty\frac{1}{p^k}$,

$$(3)\qquad \lim\sum_1^n\frac{r_p}{n(n-p+1)}=\tfrac{1}{2}(S_2-1)+\tfrac{1}{3}(S_3-1)+\tfrac{1}{4}(S_4-1)+\ldots$$

» Maintenant, on considère le développement

$$\log\Gamma(1-x)=-\Gamma'(1)x+\tfrac{1}{2}S_2x^2+\tfrac{1}{3}S_3x^3+\tfrac{1}{4}S_4x^4+\ldots;$$

en retranchant

$$\log\frac{1}{1-x}=x+\tfrac{1}{2}x^2+\tfrac{1}{3}x^2+\ldots,$$

on aura

$$\log\Gamma(2-x)=-[1+\Gamma'(1)]x+\tfrac{1}{2}(S_2-1)x^2+\tfrac{1}{3}(S_3-1)x^3+\ldots$$

et, posant $x=1$,

$$1+\Gamma'(1)=\tfrac{1}{2}(S_2-1)+\tfrac{1}{3}(S_3-1)+\ldots;$$

donc

$$(4)\qquad \lim\sum_1^n\frac{r_p}{n(n-p+1)}=1+\Gamma'(1),$$

ce qui achève la démonstration du résultat annoncé. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles.* Note de M. G. Darboux.

« Considérons une équation quelconque aux dérivées partielles définissant une fonction z de plusieurs variables indépendantes. Si l'on y remplace z par $z+\varepsilon z'$, que l'on développe suivant les puissances de ε et que l'on égale à zéro le coefficient de ε, on aura une équation linéaire par rapport à z', que j'appellerai l'*équation auxiliaire* et dont la considération joue un grand rôle dans la théorie de l'équation proposée. L'équation auxiliaire définit les solutions infiniment peu différentes d'une solution donnée; elle a, par conséquent, une signification qui ne dépend en aucune manière du choix des variables et qui subsiste après un changement quelconque de ces variables. Comme elle est linéaire, son étude est relativement facile,

et cette étude peut, d'ailleurs, conduire à des résultats très importants se rapportant à l'équation proposée elle-même. Supposons, par exemple, que cette dernière équation admette une intégrale dans laquelle figurent des fonctions arbitraires avec leurs dérivées jusqu'à un ordre déterminé. Il devra en être de même pour l'équation auxiliaire en z', quand on y remplacera z par une solution quelconque de l'équation donnée. Si donc il existe des solutions z de la proposée pour lesquelles l'équation auxiliaire n'admet pas d'intégrale de cette nature, il en sera de même pour l'équation proposée.

» Sans entrer dans de plus grands détails sur l'emploi de l'équation auxiliaire, je considérerai aujourd'hui deux problèmes de Géométrie auxquels j'ai appliqué la méthode que je viens d'exposer.

» Considérons une surface (Σ) et cherchons toutes les surfaces infiniment voisines qui formeraient avec (Σ) une famille d'un système triple orthogonal. On peut démontrer très facilement que ce problème, déjà étudié par M. Cayley, équivaut à l'un quelconque des deux suivants :

» *Trouver les surfaces admettant la même représentation sphérique que la surface* (Σ).

» Ou bien :

» *Trouver tous les systèmes de cercles normaux à une famille de surfaces dont fait partie la surface* (Σ).

» Il résulte immédiatement de ce rapprochement que, si l'on sait résoudre le problème de la représentation sphérique pour une surface (Σ), on saura le résoudre aussi pour les surfaces inverses ou transformées par rayons vecteurs réciproques de (Σ).

» Cette proposition nous permet, toutes les fois que le problème de la représentation sphérique sera résolu par une surface particulière, d'obtenir par de simples quadratures la solution de ce même problème pour une suite illimitée de surfaces nouvelles se déduisant les unes des autres et contenant dans leur équation un nombre de plus en plus grand de fonctions arbitraires. Ces résultats sont d'accord avec ceux que j'ai fait connaître dans une récente Communication.

» Considérons maintenant un autre problème : *La recherche des surfaces applicables sur une surface donnée.* On sait toute la difficulté de cette question, qui n'a encore été complètement résolue que pour les surfaces développables et deux surfaces de révolution. Conformément aux idées précédentes, nous commencerons par rechercher les surfaces applicables sur une surface (Σ) et infiniment voisines de (Σ).

» Si l'on désigne par δx, δy, δz les accroissements que prennent x, y, z quand on passe de la surface (Σ) au point correspondant de la surface infiniment voisine, on trouvera, en exprimant que l'arc d'une courbe ne change pas de longueur, l'équation

$$dx\, d\delta x + dy\, d\delta y + dz\, d\delta z = 0.$$

Si donc x_1, y_1, z_1 désignent des quantités finies proportionnelles à δx, δy, δz, on aura

$$dx\, dx_1 + dy\, dy_1 + dz\, dz_1 = 0.$$

Cette équation exprime que la surface (Σ) et la surface (Σ_1) lieu du point (x_1, y_1, z_1) se correspondent point par point, de manière que les éléments correspondants soient perpendiculaires. Nous retombons ainsi sur le problème de la transformation par orthogonalité des éléments, posé par M. Moutard, problème qui acquiert par là un nouveau degré d'intérêt ([1]).

» Le problème de Géométrie, posé par M. Moutard, se ramène presque immédiatement, comme l'a indiqué ce savant géomètre, à la question d'Analyse dont il a donné la solution complète dans un Mémoire présenté à l'Académie et publié par extrait dans le XLV[e] Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*.

» Les surfaces pour lesquelles on sait le résoudre se partagent en différentes *classes*. Pour chacune d'elles on connaît les expressions de x, y, z en fonction des paramètres α, β des lignes asymptotiques. Ces expressions contiennent au moins quatre fonctions arbitraires. Cela posé, si l'on veut trouver toutes les surfaces applicables sur une surface donnée et ne contenant dans leur équation que des fonctions arbitraires avec leurs dérivées jusqu'à un ordre déterminé, ces surfaces devront toutes faire partie de l'une des classes que nous venons de définir.

» Les surfaces de la première classe sont définies par les équations suivantes :

$$x = A_1 B_2 - A_2 B_1 + \int A_2\, dA_1 - A_1\, dA_2 - \int B_2\, dB_1 - B_1\, dB_2,$$

$$y = A_2 B - A B_2 + \int A\, dA_2 - A_2\, dA - \int B\, dB_2 - B_2\, dB,$$

$$z = A B_1 - B A_1 + \int A_1\, dA - A\, dA_1 - \int B_1\, dB - B\, dB_2,$$

([1]) Ce rapprochement entre deux questions si différentes est extrêmement utile, comme je le montrerai, dans la recherche de toutes les surfaces applicables sur une surface donnée ;

où A, A_1, A_2 sont des fonctions d'un même paramètre α; B, B_1, B_2 des fonctions d'un autre paramètre β.

Si l'on suppose que ces fonctions soient liées par les relations

$$A^2 + A_1^2 + A_2^2 = \varepsilon,$$
$$B^2 + B_1^2 + B_2^2 = \varepsilon,$$

on aura toutes les surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution si $\varepsilon = 1$, et sur les développées des surfaces minima si $\varepsilon = 0$.

» Ces surfaces jouissent de nombreuses propriétés géométriques, sur lesquelles je n'insiste pas en ce moment. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application des intégrales elliptiques et ultra-elliptiques à la théorie des courbes unicursales.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« 1. En désignant par t un paramètre variable, considérons une courbe unicursale dont la tangente soit déterminée par l'équation

$$xf(t) + y\varphi(t) + \theta(t) = 0,$$

où $f(t)$, $\varphi(t)$ et $\theta(t)$ désignent des polynômes entiers. L'expression de la distance d'un point quelconque du plan à cette tangente renferme le radical $\sqrt{f^2(t) + \varphi^2(t)}$, que j'écrirai sous la forme $P(t)\sqrt{F(t)}$, en mettant en évidence la partie rationnelle. Si $F(t)$ est une constante, la distance d'un point du plan à la tangente est déterminée en grandeur et en signe; alors la courbe est de l'espèce de celles que j'ai étudiées sous le nom de *courbes de direction*. Dans le cas contraire, la courbe doit être considérée comme double, en sorte qu'en chaque point on peut mener deux tangentes qui sont des semi-droites opposées.

» Une tangente étant donnée (en position et en direction), il lui correspond non seulement une valeur du paramètre t, mais encore une valeur déterminée du radical $\sqrt{F(t)}$. Si la courbe est une ellipse ou une hyperbole, $F(t)$ est du quatrième degré; en considérant ces coniques comme enveloppes de semi-droites, on doit donc dire qu'elles sont du genre un,

---

je l'ai indiqué dans une Communication faite le 17 décembre 1873 à la *Société mathématique*. Depuis MM. Lecornu et Beltrami ont publié de belles recherches sur la déformation infiniment petite des surfaces, mais en se plaçant surtout au point de vue mécanique.

et il y existe, à ce point de vue, une infinité d'autres courbes unicursales du genre un, à savoir celles pour lesquelles on a

$$f^2(t)+\varphi^2(t)=\mathrm{P}^2(t)\,\mathrm{F}(t),$$

$\mathrm{F}(t)$ étant un polynôme du troisième ou du quatrième ordre.

» Soient K une conique donnée, A et B deux tangentes fixes à cette courbe. Menons une tangente quelconque T et construisons le cycle bien déterminé qui touche A, B et T; ce cycle et la conique ont en commun une quatrième tangente Θ et il est clair, d'après cette construction, que Θ est parfaitement déterminée quand on se donne T et réciproquement; ces deux tangentes forment une involution sur la courbe.

» T étant déterminée par le paramètre t et une valeur de $\sqrt{\mathrm{F}(t)}$, soient Θ et $\sqrt{\mathrm{F}(\theta)}$ les valeurs du paramètre et du radical correspondant à la tangente Θ; il résulte immédiatement de ce qui précède que l'on doit avoir des relations de la forme

$$\theta=\Phi\left[t,\sqrt{\mathrm{F}(t)}\right],\quad \sqrt{\mathrm{F}(\theta)}=\Psi\left[t,\sqrt{\mathrm{F}(t)}\right],$$

où Φ et Ψ désignent des fonctions rationnelles, et, en même temps,

$$t=\Phi\left[\theta,\sqrt{\mathrm{F}(\theta)}\right],\quad \sqrt{\mathrm{F}(t)}=\Psi\left[\theta,\sqrt{\mathrm{F}(\theta)}\right].$$

Ces relations font prévoir le rôle que jouent dans cette question les fonctions elliptiques. En général, si l'on a une courbe quelconque de direction dont l'équation renferme des paramètres variables et si l'on considère les tangentes communes à cette courbe et à la conique H, on déduit du théorème d'Abel la relation

$$\frac{dt}{\sqrt{\mathrm{F}(t)}}+\frac{dt'}{\sqrt{\mathrm{F}(t')}}+\frac{dt''}{\sqrt{\mathrm{F}(t'')}}+\ldots=0,$$

où les quantités t, $\sqrt{\mathrm{F}(t)}$, t', $\sqrt{\mathrm{F}(t')}$, ... sont déterminées par les diverses tangentes communes. Considérant en particulier les cycles qui touchent les tangentes fixes A et B, on a, par suite,

$$\frac{dt}{\sqrt{\mathrm{F}(t)}}+\frac{d\theta}{\sqrt{\mathrm{F}(\theta)}}=0.$$

Les tangentes correspondantes T et Θ se coupent en un point M dont il est aisé d'avoir le lieu; si l'on désigne par α et β les points où T est rencontrée par les tangentes correspondant à T et à la semi-droite opposée

— T, on voit que T ne rencontre le lieu qu'aux points α et β; d'où il suit que le lieu est une conique. D'ailleurs, si T est isotrope, comme elle se confond avec son opposée, les points α et β sont confondus : donc cette droite touche le lieu qui est ainsi une conique ayant les mêmes foyers que H. Cette conique passe d'ailleurs par le point de rencontre des tangentes fixes A et B et elle est entièrement déterminée par la condition que la bissectrice [1] de A et de B lui est tangente.

» On retrouve ainsi une proposition donnée déjà par Chasles, mais avec moins de précision ; les signes des radicaux qui entrent dans la relation (1) sont, comme on le voit, parfaitement déterminés par les directions des tangentes considérées.

» 2. Il résulte de ce qui précède que, si l'on détermine chaque tangente à la conique H par l'argument d'une fonction elliptique, la condition nécessaire et suffisante pour que quatre tangentes touchent un même cycle est que la somme des arguments soit congrue à zéro, suivant les deux périodes de la fonction. Comme un hypercycle cubique est déterminé par cinq tangentes, on peut énoncer également cette proposition : *Pour que six tangentes à* H *touchent un même hypercycle cubique, il faut et il suffit que la somme de leurs arguments soit nulle.*

» En particulier, le problème de construire un cycle osculateur d'une conique [2] qui touche une tangente donnée se ramène à la résolution de l'équation $\sin \operatorname{am} 3x = \sin \operatorname{am} \alpha$.

» 3. Des considérations entièrement analogues s'appliquent aux intégrales ultra-elliptiques. On peut aussi étudier des courbes non-unicursales et déterminer leur genre quand on les considère comme enveloppes de semi-droites; dans l'espace, les courbes gauches donnent lieu à une étude

---

(1) Je rappelle que je nomme *bissectrice* de deux semi-droites la droite parfaitement déterminée qui est le lieu des centres des cycles qui touchent ces semi-droites.

(2) Dans le cas de la parabole, le polynôme $F(t)$ est du second degré : cette courbe est donc du genre zéro et l'on ne peut plus mener que trois cycles osculateurs qui touchent une tangente donnée. Cette tangente et les tangentes menées aux points d'osculation touchent un même cycle, proposition analogue à la suivante, due à Steiner : *Il y a trois cercles osculateurs à une conique, qui passent par un point de cette courbe; ce point et les trois points d'osculation sont sur un même cercle.*

Étant donnée une parabole, on peut du reste, à chaque tangente menée à cette courbe, faire correspondre un point d'une hyperbole, de telle sorte que, quand quatre tangentes à la parabole touchent un même cycle, les quatre points correspondants de l'hyperbole sont sur un même cercle.

et à des propositions semblables et, bien que cette extension se présente d'elle-même très aisément, je reviendrai sur ce sujet, si l'Académie veut bien me le permettre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration d'un théorème fondamental de la théorie des équations algébriques.* Note de M. **Walecki**, présentée par M. Hermite.

« Le théorème que je veux démontrer est le suivant : *Toute équation algébrique a une racine,* et je traiterai d'abord le cas où le degré de l'équation est un nombre impair.

» Le théorème est évident si les coefficients sont réels; en les supposant imaginaires, soient $P + iQ$ son premier membre et $f(x) = P^2 + Q^2$: il est clair qu'il suffit de prouver que l'équation, de degré $2p$, $f(x) = 0$ a au moins une racine.

» A cet effet, je pose $x = y + z$ et, en distinguant, dans le développement de $f(y + z)$, la partie paire en z et la partie impaire,

$$f(x) = \varphi(z^2) + z\psi(z^2).$$

» Le résultant des polynômes φ et ψ est un polynôme réel et de degré impair par rapport à y, car son terme du plus haut degré est du degré $p(2p - 1)$ et le coefficient de ce terme est le résultant de $(x + 1)^m$ et de $(x - 1)^m$, lequel est essentiellement différent de zéro. Ce résultant s'annule donc pour une valeur réelle de y.

» Deux circonstances peuvent alors se présenter. L'un des polynômes φ et ψ peut être identiquement nul, et ce sera ψ, car le coefficient du terme de degré le plus élevé dans φ est différent de zéro; alors, φ étant du degré impair p, $f(x)$ admet un diviseur réel du second degré. Si ψ n'est pas identiquement nul, φ et ψ ont un diviseur commun et $f(x)$ est décomposable en le produit de deux facteurs. Au cas où l'un des facteurs est de degré impair, il admet un diviseur réel du premier degré qui divise $f(x)$; sinon l'un au moins des facteurs $f_1(x)$ est de degré $2p'$, p' étant un nombre impair inférieur à p. On opérera sur $f_1(x)$ comme sur $f(x)$ et l'on prouvera qu'il a un facteur réel du premier ou du second degré, ou un facteur réel $f_2(x)$ de degré $2p''$, p'' étant un nombre impair inférieur à p'.

» Ce dernier cas ne pourra pas, du reste, se présenter indéfiniment en continuant la série des opérations, car on serait ainsi conduit à former une suite illimitée de polynômes dont les degrés iraient en décroissant.

» On déterminera donc nécessairement un diviseur du premier ou du second degré de $f(x)$ à coefficients réels, ce qui démontre la proposition énoncée.

» Considérons maintenant une équation à coefficients réels ou imaginaires et dont le degré m soit égal à $2^i p$, p étant un nombre impair.

» Pour abréger, je dirai que le nombre m est de parité i, et je vais démontrer que, si le théorème est établi pour toutes les équations dont le degré est de parité inférieure à i, il est encore vrai pour une équation de parité i; il sera, par suite, établi dans toute sa généralité, puisqu'il est vrai pour la parité zéro.

Soit $f(x)$ le premier membre de l'équation; posons, comme ci-dessus,

$$x = y + z \quad \text{et} \quad f(x) = \varphi(z^2) + z\psi(z^2).$$

» Le résultant de φ et de ψ est de degré $\frac{m(m-1)}{2} = 2^{i-1}p(2^i p - 1)$ par rapport à y; il est donc de la parité $(i-1)$ et, par suite, s'annule pour une valeur réelle ou imaginaire de y. En remarquant que φ est de parité $(i-1)$, on prouvera, comme plus haut, que $f(x)$ admet un diviseur du premier ou du second degré à coefficients réels ou imaginaires, ou un diviseur $f_1(x)$ de parité i, mais de degré inférieur à celui de $f(x)$; on prouvera également que $f_1(x)$ admet un diviseur du premier ou du second degré, ou un diviseur $f_2(x)$ de parité i et d'un degré inférieur à celui de $f_1(x)$. En continuant ces opérations, il est clair, puisque le dernier cas ne peut se présenter indéfiniment, que l'on déterminera un diviseur de $f(x)$ du premier ou du second degré, et, comme l'on sait qu'une équation du second degré à coefficients imaginaires est décomposable en facteurs du premier degré, la proposition énoncée est entièrement démontrée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Table des formes quadratiques quaternaires positives réduites dont le déterminant est égal ou inférieur à* 20. Note de M. L. CHARVE, présentée par M. Hermite.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la Table des formes quadratiques quaternaires positives réduites dont le déterminant ne surpasse pas le nombre 20. J'ai employé, pour opérer la réduction, la méthode que j'ai publiée dans les *Comptes rendus* en 1881 et qui est la généralisation de la méthode donnée par M. Selling pour les formes ternaires. Cette Table

offrira peut-être quelque intérêt aux mathématiciens qui s'occupent de la théorie des nombres.

» Dans ce qui suit, D désigne le déterminant, et les formes réduites du déterminant D sont placées sous l'accolade correspondant à chaque valeur de D.

D = 1	$x^2+y^2+z^2+t^2$	
D = 2	$x^2+y^2+z^2+2t^2$	
D = 3	$x^2+y^2+z^2+3t^2$	$x^2+y^2+2z^2+2t^2-2zt$
D = 4	$x^2+y^2+z^2+4t^2$	$x^2+y^2+2z^2+2t^2$
	$x^2+2y^2+2z^2+2t^2-2yt-2zt$	$2x^2+2y^2+2z^2+2t^2-2xt-2yt-2zt$
D = 5	$x^2+y^2+z^2+5t^2$	$x^2+y^2+2z^2+3t^2-2zt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+2t^2-2xy-2xz-2yt$	
D = 6	$x^2+y^2+z^2+6t^2$	$x^2+y^2+2z^2+3t^2$
	$x^2+2y^2+2z^2+2t^2-2zt$	
D = 7	$x^2+y^2+z^2+7t^2$	$x^2+y^2+2z^2+4t^2-2zt$
	$x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2yz-2zt$	
D = 8	$x^2+y^2+z^2+8t^2$	$x^2+y^2+2z^2+4t^2$
	$x^2+2y^2+2z^2+2t^2$	$x^2+y^2+3z^2+3t^2-2zt$
	$x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2yt-2zt$	$2x^2+2y^2+2z^2+2t^2-2yt-2zt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2xz-2yz-2zt$	$2x^2+2y^2+3z^2+3t^2-2xy-2yz-2yt-2zt$
D = 9	$x^2+y^2+z^2+9t^2$	$x^2+y^2+3z^2+3t^2$
	$x^2+y^2+2z^2+5t^2-2zt$	$x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2yz$
	$2x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2xy-2yz-2zt$	$2x^2+2y^2+2z^2+2t^2-2xy-2zt$
D = 10	$x^2+y^2+z^2+10t^2$	$x^2+y^2+2z^2+5t^2$
	$x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2zt$	$x^2+2y^2+2z^2+4t^2-2yz-2zt$
D = 11	$x^2+y^2+z^2+11t^2$	$x^2+y^2+3z^2+4t^2-2zt$
	$x^2+y^2+2z^2+6t^2-2zt$	$2x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2xt-2yz-2zt$
D = 12	$x^2+y^2+z^2+12t^2$	$x^2+y^2+2z^2+6t^2$
	$x^2+y^2+3z^2+4t^2$	$x^2+2y^2+2z^2+3t^2$
	$x^2+2y^2+2z^2+4t^2-2yz$	$x^2+y^2+4z^2+4t^2-4zt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+2t^2-2zt$	$2x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2xz-2yz$
	$x^2+2y^2+2z^2+4t^2-2yt-2zt$	$x^2+2y^2+3z^2+3t^2-2xz-2yt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2xt-2yt-2z^2$	$2x^2+2y^2+2z^2+4t^2-2xz-2yz-2zt$
	$2x^2+2y^2+4z^2+4t^2-2xy-2yz-2yt-4zt$	
D = 13	$x^2+y^2+z^2+13t^2$	$x^2+y^2+2z^2+7t^2-2zt$
	$x^2+2y^2+2z^2+5t^2-2yz-2zt$	$x^2+2y^2+3z^2+3t^2-2yt-2zt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+4t^2-2xz-2yz-2yt$	
D = 14	$x^2+y^2+z^2+14t^2$	$x^2+y^2+2z^2+7t^2$
	$x^2+y^2+3z^2+5t^2-2zt$	$x^2+2y^2+2z^2+4t^2-2zt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2yz-2zt$	
D = 15	$x^2+y^2+z^2+15t^2$	$x^2+y^2+3z^2+5t^2$
	$x^2+y^2+2z^2+8t^2-2zt$	$x^2+2y^2+2z^2+5t^2-2yz$
	$x^2+2y^2+3z^2+3t^2-2yz$	$x^2+y^2+4z^2+4t^2-2zt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2xy-2zt$	$2x^2+2y^2+3z^2+3t^2-2xy-2yz-2yt$
	$2x^2+2y^2+3z^2+4t^2-2xy-2yz-2yt-2zt$	$2x^2+3y^2+3z^2+4t^2-2xy-2xz-2xt-2yt-2zt$
D = 16	$x^2+y^2+z^2+16t^2$	$x^2+y^2+2z^2+8t^2$
	$x^2+y^2+4z^2+4t^2$	$x^2+2y^2+2z^2+4t^2$
	$2x^2+2y^2+2z^2+2t^2$	$x^2+2y^2+3z^2+3t^2-2zt$
	$x^2+y^2+4z^2+5t^2-4zt$	$2x^2+2y^2+2z^2+4t^2-2xy-2xz$
	$x^2+2y^2+2z^2+6t^2-2yz-2zt$	$2x^2+2y^2+3z^2+3t^2-2xy-2xz-2yt$
	$2x^2+3y^2+3z^2+3t^2-2xy-4yt-2zt$	$2x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2yt-2zt$
	$x^2+2y^2+2z^2+5t^2-2yt-2zt$	$x^2+3y^2+3z^2+3t^2-2yz-2yt-2zt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+5t^2-2xz-2yz-2zt$	$2x^2+2y^2+3z^2+4t^2-2xz-2yz-4zt$
	$2x^2+3y^2+3z^2+3t^2-2xy-2xz-2xt-2zt$	$2x^2+2y^2+2z^2+5t^2-2xy-2xz-2yt+2zt$

D = 17	$x^2+y^2+z^2+17t^2$	$x^2+y^2+2z^2+9t^2-2zt$
	$x^2+y^2+3z^2+6t^2-2zt$	$x^2+2y^2+3z^2+4t^2-2yz-2yt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+5t^2-2xy-2yz-2zt$	$2x^2+2y^2+2z^2+4t^2-2xt-2yz-2zt$
D = 18	$x^2+y^2+z^2+18t^2$	$x^2+y^2+2z^2+9t^2$
	$x^2+y^2+3z^2+6t^2$	$x^2+2y^2+3z^2+3t^2$
	$x^2+2y^2+2z^2+5t^2-2zt$	$x^2+2y^2+2z^2+6t^2-2yz$
	$x^2+2y^2+3z^2+4t^2-2yz-2zt$	$2x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2yz$
	$2x^2+2y^2+3z^2+3t^2-2xy-2xt-2zt$	
D = 19	$x^2+y^2+z^2+19t^2$	$x^2+y^2+2z^2+10t^2-2zt$
	$x^2+y^2+4z^2+5t^2-2zt$	$x^2+2y^2+2z^2+7t^2-2yz-2zt$
	$x^2+2y^2+3z^2+4t^2-2yt-2zt$	$2x^2+2y^2+3z^2+3t^2-2xz-2yz-2yt$
D = 20	$x^2+y^2+z^2+20t^2$	$x^2+y^2+2z^2+10t^2$
	$x^2+y^2+4z^2+5t^2$	$x^2+2y^2+2z^2+5t^2$
	$x^2+y^2+3z^2+7t^2-2zt$	$x^2+y^2+4z^2+6t^2-4zt$
	$x^2+2y^2+3z^2+4t^2-2yz$	$2x^2+2y^2+2z^2+3t^2-2zt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+5t^2-2xz-2yz$	$x^2+3y^2+3z^2+4t^2-2yz-4yt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+4t^2-2yz-2zt$	$x^2+2y^2+2z^2+6t^2-2yt-2zt$
	$x^2+2y^2+4z^2+4t^2-2yt-4zt$	$2x^2+2y^2+3z^2+3t^2-2xt-2yt-2zt$
	$2x^2+2y^2+2z^2+6t^2-2xz-2yz-2zt$	$2x^2+2y^2+2z^2+6t^2-2xy-2xz-2yt+2zt$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Méthode pour obtenir la formule donnant l'intégrale générale de l'équation différentielle*

$$(1)\qquad x^n\frac{d^ny}{dx^n}+A_1x^{n-1}\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}}+A_2x^{n-2}\frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}}+\ldots+A_ny=f(x)$$

au moyen d'une intégrale définie multiple; par M. l'abbé **Aoust.**

« On suppose que, dans l'équation (1), $A_1, A_2, \ldots, A_n$ sont des constantes; proposons-nous de résoudre la question suivante :

» 1° *Étant donnée la relation*

$$(2)\qquad \psi(x)=\int_0^1 da_n\int_0^1 da_{n-1}\ldots\int_0^1 da_1\,\varphi\left(a_n^{\frac{1}{\alpha_n}}a_{n-1}^{\frac{1}{\alpha_{n-1}}}\ldots a_1^{\frac{1}{\alpha_1}}x\right),$$

déterminer la fonction φ *au moyen de la fonction* ψ.

» On pose $a_1^{\frac{1}{\alpha_1}}x=z_1$; on en déduit $da_1=\alpha_1\frac{dz_1}{z_1}\frac{z_1^{\alpha_1}}{x^{\alpha_1}}$; par suite, on a

$$\frac{1}{\alpha_1}x^{\alpha_1}\psi(x)=\int_0^x z_1^{\alpha_1-1}dz_1\int_0^1 da_n\int_0^1 da_{n-1}\ldots\int_0^1 da_2\,\varphi\left(a_n^{\frac{1}{\alpha_n}}a_{n-1}^{\frac{1}{\alpha_{n-1}}}\ldots a_2^{\frac{1}{\alpha_2}}z_1\right);$$

on pose $a_2^{\frac{1}{\alpha_2}}z_1=z_2$, on opère de même, et l'on élimine a_2; on obtient

$$\frac{x^{\alpha_1}\psi(x)}{\alpha_1\alpha_2}=\int_0^x z_1^{\alpha_1-\alpha_2-1}dz_1\int_0^{z_1}z_2^{\alpha_2-1}dz_2\int_0^1 da_n\int_0^1 da_{n-1}\ldots\int_0^1 da_3\,\varphi\left(a_n^{\frac{1}{\alpha_n}}\ldots a_3^{\frac{1}{\alpha_3}}z_2\right).$$

En continuant de la même manière, on élimine successivement a_3, a_4, .. ,

a_n, et l'on tombe sur la relation

$$\frac{x^{\alpha_1}\psi(x)}{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_{n-1}\alpha_n} = \int_0^x z_1^{\alpha_1-\alpha_2-1}dz_1\int_0^{z_1} z_2^{\alpha_2-\alpha_3-1}dz_2\int_0^{z_2} z_3^{\alpha_3-\alpha_4-1}dz_3\ldots\int_0^{z_{n-1}}\varphi(z_n)z_n^{\alpha_n-1}dz_n.$$

Or cette équation peut être mise sous la forme

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned}\frac{\psi(x)}{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n} = x^{-\alpha_1}\int_0^x x^{\alpha_1-\alpha_2-1}dx\int_0^x x^{\alpha_2-\alpha_3-1}dx\ldots\\ \int_0^x x^{\alpha_{n-1}-\alpha_n-1}dx\int_0^x x^{\alpha_n-1}\varphi(x)dx,\end{aligned}\right.$$

de laquelle on déduit l'expression de $\varphi(x)$,

$$(4)\quad \varphi(x) = \frac{1}{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}x^{1-\alpha_n}\frac{d}{dx}x^{1+\alpha_n-\alpha_{n-1}}\frac{d}{dx}x^{1-\alpha_{n-2}-\alpha_{n-3}}\ldots\frac{d}{dx}x^{1+\alpha_2-\alpha_1}\frac{d}{dx}x^{\alpha_1}\psi(x),$$

ce qui est la solution de la question.

» 2° On développe le second membre de cette équation et l'on trouve une équation de la forme suivante :

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned}\alpha_1\alpha_2\alpha_3\ldots\alpha_n\varphi(x) = B_n\psi + B_{n-1}x\psi' + B_{n-2}x^2\psi'' + B_{n-3}x^3\psi''' + \ldots\\ + B_1x^{n-1}\psi^{(n-1)} + x^n\psi^{(n)},\end{aligned}\right.$$

dans laquelle $\psi', \psi'', \ldots, \psi^{(n)}$ sont les dérivées successives de ψ et les constantes B_n, B_{n-1}, ..., B_1 sont des fonctions linéaires déterminées de la somme des quantités $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_n$, des sommes des produits, deux à deux, trois à trois, ..., n à n, de ces quantités et, par conséquent, des fonctions linéaires des coefficients d'une équation algébrique $F(\alpha) = 0$ du degré n, dont $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ seraient les racines.

» On identifie l'équation (4) avec l'équation (1), ce qui donne

$$y = \psi \quad \text{et} \quad f(x) = \alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n\varphi(x)$$

et, en outre, les relations

$$B_n = A_n, \quad B_{n-1} = A_{n-1}, \quad \ldots, \quad B_2 = A_2, \quad B_1 = A.$$

Comme les premiers membres de ces équations sont des fonctions linéaires des coefficients de l'équation $F(\alpha) = 0$, la résolution de ce système d'équations fera connaître ces coefficients et, par conséquent, l'équation elle-même; mais, comme cette équation n'est pas distincte de celle que l'on obtient en posant $y = x^\alpha$ dans l'équation (1), dépourvue du second membre,

cette équation pourra aussi être calculée par ce procédé. Sa résolution fera connaître $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_n$.

» L'équation (4) donne, par une suite d'intégrations successives, en représentant par $M_1, M_2, M_3, \ldots, M_n$ n constantes arbitraires, l'intégrale générale

$$(7)\quad \begin{cases} y = M_1 x^{\alpha_1} + M_2 x^{\alpha_2} + \ldots + M_n x^{\alpha_n} \\ \quad + x^{-\alpha_1}\int_0^x x^{\alpha_1-\alpha_2}dx \int_0^x x^{\alpha_2-\alpha_3}dx \ldots \int_0^x x^{\alpha_{n-1}-\alpha_n}dx \int_0^x x^{\alpha_n} f(x)dx, \end{cases}$$

laquelle peut s'écrire, par suite des équations (3) et (2)

$$(7)\quad \begin{cases} y = M_1 x^{\alpha_1} + M_2 x^{\alpha_2} + \ldots + M_n x^{\alpha_n} \\ \quad + \dfrac{1}{\alpha_1 \alpha_2 \ldots \alpha_n}\int_0^1 da_n \int_0^1 da_{n-1} \int_0^1 da_{n-2} \ldots \int_0^1 f(a_n a_{n-1} \ldots a_2 a_1 x) da_1. \end{cases}$$

» La formule (6) est celle que l'on déduirait de la formule générale donnant l'intégrale de l'équation différentielle linéaire à coefficients variables, et pourvue du second membre au moyen d'intégrations successives des solutions particulières de n équations différentielles linéaires sans second membre et, par conséquent, de n solutions particulières de l'équation différentielle proposée sans second membre.

» L'équation (7), qui donne l'intégrale générale de l'équation (1) au moyen d'une intégrale multiple définie, relative à n variables, est celle que nous voulions établir par la méthode que nous venons d'exposer. »

PHYSIQUE. — *Equations nouvelles relatives au transport de la force;* par M. **Marcel Deprez.**

« Dans une Note précédente, j'ai montré que l'on pouvait ramener les équations relatives au transport du travail par l'électricité à d'autres équations exemptes de symboles électriques et ne contenant plus que des quantités d'ordre mécanique. C'est en faisant intervenir un élément nouveau, auquel j'ai donné le nom de *prix de l'effort statique,* que je suis arrivé à ce résultat, qui me paraît avoir une certaine importance. Il existe en effet beaucoup de personnes très versées dans la connaissance de la Mécanique et auxquelles les grandeurs électriques sont au contraire peu familières. Pour elles, un transport de travail par l'électricité n'est intéressant qu'au point de vue mécanique et il leur importe peu que l'intermédiaire employé

soit l'électricité, l'eau ou l'air comprimé. L'essentiel est qu'on leur fasse connaître les lois qui régissent ce mode particulier de transmission sous la forme qu'elles sont habituées à employer pour les autres, c'est-à-dire en représentant ces lois par des équations faisant connaître le travail transporté en fonction du travail engendré au départ.

» Les équations que j'ai déjà fait connaître et celles qui font l'objet de la Note actuelle ont pour but de répondre à ce *desideratum*. Mais il est essentiel de remarquer qu'elles s'appliquent à des machines parfaites au point de vue mécanique, c'est-à-dire exemptes de frottements et de trépidations, et parfaites au point de vue électrique, c'est-à-dire composées *d'un nombre infiniment grand de sections infiniment petites* et dans la construction de l'anneau desquelles n'entrent pas de masses métalliques susceptibles de donner naissance à des courants de Foucault.

» Cette hypothèse de la perfection absolue ne peut évidemment jamais être réalisée en pratique, pas plus pour les moteurs électriques que pour les moteurs hydrauliques ou thermiques; mais on peut en approcher tout autant pour les premiers que pour les derniers, c'est-à-dire qu'il est possible de construire des appareils électriques dans lesquels le travail utile atteint et même dépasse les $\frac{8}{10}$ du travail théorique, calculé d'après l'intensité du courant et les forces électromotrices mises en jeu, comme cela a été mis en évidence par les expériences faites au chemin de fer du Nord. Je considère comme certain que, dans les machines de grande dimension, le coefficient pourra atteindre 0,9, de telle manière que, si le rendement électrique est par exemple de 0,67, le rendement mécanique industriel atteindra

$$0,67 \times 0,9 \times 0,9 = 0,54.$$

» Les équations qui suivent ne sont applicables que dans le cas particulier où l'intensité du courant est suffisante pour que les champs magnétiques des deux machines soient saturés. Désignons par

F_0 l'effort tangentiel (en kilogrammes) appliqué à la génératrice à une distance de l'axe égale à $\frac{1}{2\pi}$ (correspondant à une circonférence d'un mètre;

V_0 la vitesse en mètres par seconde du point d'application de cet effort;

f_0 un coefficient qui dépend de la construction de la machine;

F_1, V_1, f_1 les quantités correspondantes pour la réceptrice;

I l'intensité du courant et R la résistance totale de la ligne et des machines.

» Les champs magnétiques des deux machines étant saturés, l'effort tan-

gentiel est, dans chacune d'elles, proportionnel à l'intensité du courant; on a donc

$$F_1 = f_1 I, \quad F_0 = f_0 I;$$

de la première de ces équations, on tire

$$I = \frac{F_1}{f_1},$$

et la seconde devient

$$F_0 = \frac{f_0}{f_1} F_1.$$

Le travail mécanique absorbé dans l'unité de temps par la génératrice est égal à $F_0 V_0$; c'est-à-dire

$$(a) \qquad V_0 \frac{f_0}{f_1} F_1.$$

» Le travail perdu sous forme de chaleur dans tout le circuit, étant égal à $\frac{RI^2}{g}$ ou $\frac{R}{g}\left(\frac{F_1}{f_1}\right)^2$, doit être retranché du travail absorbé par la génératrice et il reste pour le travail utile restitué par la réceptrice

$$(b) \qquad F_1 V_0 \frac{f_0}{f_1} - \frac{R}{g}\left(\frac{F_1}{f_1}\right)^2.$$

» Enfin le rendement économique a pour expression

$$(c) \qquad \frac{F_1 V_0 \frac{f_0}{f_1} - \frac{R}{g}\left(\frac{F_1}{f_1}\right)^2}{F_1 V_0 \frac{f_0}{f_1}} = 1 - \frac{R F_1}{g V_0 f_0 f_1}.$$

» Les trois équations (a), (b), (c) font donc connaître le travail dépensé par la génératrice, le travail récupéré par la réceptrice, et le rendement économique, en fonction de la vitesse V_0 de la génératrice et de la charge du frein F_1 de la réceptrice.

» Elles ne contiennent d'autre élément électrique que la résistance totale des machines et de la ligne. Elles sont d'ailleurs un cas particulier des équations que j'ai fait connaître dans ma Communication du 30 octobre 1882. »

ÉLECTRICITÉ. — *Le transport de la force par des batteries d'appareils électriques.* Note de M. **James Moser**.

« De mes expériences téléphoniques, communiquées dans la séance du 12 février, résultent, pour la transmission de l'énergie électrique,

quelques conséquences générales, que j'ai l'honneur de présenter également à l'Académie.

» Dans ces expériences téléphoniques, j'avais transmis le travail électrique, produit dans une batterie de bobines, à une batterie réceptrice de téléphones. En généralisant ce petit modèle d'une transmission électrique, je suis conduit à substituer à chaque bobine un appareil quelconque, générateur de la force électromotrice, et à chaque téléphone un appareil quelconque absorbant de la force électromotrice.

» L'emploi d'appareils électriques en batterie, c'est-à-dire groupés par partie en tension, par partie en quantité, nous offre cet avantage que, tout en conservant aux appareils élémentaires leurs dimensions ordinaires, ainsi que leur différence de potentiel, et aux appareils rotatifs leur vitesse, il met à notre disposition de hautes tensions et de grandes quantités électriques. Toutes deux sont nécessaires pour transporter de grandes quantités de travail avec un bon rendement.

» Avant d'entrer dans les détails, signalons pour la transmission électrique le fait fondamental suivant, contenu dans les lois d'Ohm et de M. Joule. Si nous envoyons, à travers un conducteur donné, un courant dont nous maintenons l'intensité constante, le travail perdu dans ce conducteur reste également constant. Quel que soit le nombre ou l'arrangement des récepteurs, transformant l'énergie du courant en travail utile, la perte dans le conducteur sera toujours le même nombre de kilogrammètres par seconde. Mais la perte effectuée dans la ligne n'est pas la seule. Il s'y ajoute celle qui se produit dans les appareils. Si nous parvenons à tenir constante aussi cette deuxième partie, la perte sera constante dans sa totalité. Donc plus nous augmenterons ensuite le travail recueilli dans les récepteurs, plus la proportion du travail perdu au travail total deviendra petite, plus le rendement sera grand et approchera de l'unité. *Alors, le travail utile et le rendement iront tous deux en croissant.*

» Nous pouvons réaliser les deux conditions : 1° perte constante dans la ligne; 2° perte constante dans les appareils, en transmettant l'énergie d'une batterie électrique à une autre.

» Pour fixer les idées, prenons des accumulateurs. Concevons d'abord un seul accumulateur. Lançons-y un courant dont nous maintiendrons toujours l'intensité, de I ampères, constante. La perte totale, $\frac{I^2R}{g} = P \frac{\text{kgr.mèt}}{\text{sec}}$, se compose de la perte dans la ligne et de la perte dans les appareils. La force contre-électromotrice étant e volts, le travail utile sera $\frac{eI}{g} = U \frac{\text{kgr.mèt}}{\text{sec}}$ et

le rendement sera $\frac{U}{U+P}$. Si, au lieu d'un seul accumulateur, nous en prenons quatre, dont deux en tension et deux en quantité, nous doublons la force contre-électromotrice, sans changer la résistance. Par conséquent, le courant étant toujours supposé d'intensité I, le travail utile sera doublé, $\frac{2eI}{g} = 2U \frac{\text{kgr.mèt}}{\text{sec}}$, et la perte aura gardé sa valeur P. Le rendement sera donc $\frac{2U}{2U+P}$. Ainsi de suite, au moyen de 3×3, 4×4, 5×5, ..., $n\times n$ accumulateurs, nous aurons le travail utile

$$3U,\ 4U,\ 5U,\ \ldots,\ nU,$$

et le rendement

$$\frac{3U}{3U+P},\quad \frac{4U}{4U+P},\quad \frac{5U}{5U+P},\quad \ldots,\quad \frac{nU}{nU+P}.$$

» Dans cette construction, nous avons élevé le potentiel à l'arrivée de la ligne e à ne. Pour maintenir constante la quantité d'électricité traversant le conducteur, il faut élever également de $(n-1)e$ le potentiel initial E au départ de la ligne, de sorte que la différence initiale sur la ligne, $E-e$, soit maintenue. Mais, en ajoutant à la batterie génératrice plus d'éléments en tension, il faut ajouter dans la même proportion des éléments en surface, de manière que la résistance totale initiale du circuit soit rétablie.

» Nous avons supposé tacitement que la force contre-électromotrice des accumulateurs reste constante. Cette supposition est permise, car si nous envoyons dans un accumulateur un courant dont nous augmentons l'intensité, la force contre-électromotrice augmentera d'abord aussi ; puis, pour une certaine intensité minima, cette force deviendra sensiblement constante. Nous supposons donc que les courants traversant les appareils élémentaires de la batterie aient au moins cette intensité minima, qui est suffisante pour porter la force contre-électromotrice à son maximum constant.

» Pour le transport à une grande échelle, nous sommes donc conduits à construire des réservoirs énormes, à très grande surface et à très haute tension, les uns près de la source de la force primaire, les autres près de son emploi. Les tensions, très hautes dans la totalité, seront échelonnées pour la consommation.

» Cette construction de batterie fait voir facilement les conditions générales à remplir pour une transmission électrique quelconque. Il faut arranger les appareils en tension, pour obtenir le maximum de rendement. Mais,

pour obtenir une grande quantité de travail utile, il faut grouper en quantité, et transporter une grande quantité d'électricité.

» Lorsque nous voudrons transmettre l'énergie électrique au moyen de machines électrodynamiques, nous procéderons d'une manière tout à fait analogue. Nous pourrons employer les appareils existants avec leurs vitesses et leurs tensions ordinaires et nous les grouperons également en batterie. Quand nous enverrons un courant, maintenu constant, par 1, 2, 3, ..., n machines, installées en tension, et ayant conservé chacune sa vitesse et sa différence de potentiel ordinaires, le travail utile montera de U, 2U, 3U, ... à nU. Mais, en mettant ces machines en tension, nous aurons augmenté la résistance et, par conséquent, la perte dans les appareils. Pour maintenir cette perte constante, nous réduirons la résistance, tout comme nous l'avons exposé pour les accumulateurs, en plaçant également des machines en quantité.

» Pour la pratique, l'introduction d'une batterie nous permet d'arriver à une haute tension et à une grande quantité, par conséquent à un rendement et à un travail voulus. Elle ne nécessite pas la construction de nouvelles machines et facilite donc, dès à présent, les expériences. Il ne faut que grouper les appareils disponibles suivant les principes développés ci-dessus. Nous conservons à ces appareils élémentaires leurs dimensions, leurs différences de potentiel normales, ainsi qu'aux machines rotatives, comme aux machines électrodynamiques, leurs vitesses ordinaires. Ainsi des accidents, causés par une vitesse trop rapide ou une tension exagérée à l'intérieur des machines, seront évités. Pour la théorie, cette construction d'une batterie nous permet de développer d'une manière facile et simple les principes à suivre dans la transmission de l'énergie électrique. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur le rendement maximum que peut atteindre un moteur à vapeur.* Note de M. **P. Charpentier**, présentée par M. H. Debray.

« Il est maintenant admis par la grande majorité des ingénieurs que *pratiquement* la détente dans un cylindre à vapeur n'est pas accompagnée finalement d'une *condensation,* mais bien d'une *revaporisation.*

» Ce fait, confirmé par d'anciennes expériences [nous rappellerons celles de Combes et Thomas (*Comptes rendus,* 1843)] et par les expériences beaucoup plus récentes de MM. Leloutre, Ledieu, Cornut, Hallauer, etc., vient, si l'on en tient compte dans les calculs, infirmer l'opinion propagée par

Verdet et sur laquelle sont fondés, avec la théorie *générique*, les calculs de M. Zeuner.

» On sait aujourd'hui, à n'en pas douter, que la période d'*admission* est toujours *accompagnée* d'une forte *condensation* de vapeur, que cette condensation constitue une perte importante qui ne peut être signalée par les diagrammes et qui, très variable dans ses effets, échappe au calcul.

» Cette vapeur condensée se *revaporise*, mais *en partie* seulement *pendant la détente*, et il n'est plus vrai de dire avec Verdet : « La condensation » pendant la détente est le mécanisme physique auquel la machine à va- » peur doit la plus grande partie de sa puissance motrice. »

» Cette condensation, qui devrait se produire théoriquement dans un cylindre à parois *géométriques*, est complètement masquée par un phénomène inverse de revaporisation ; ce phénomène et la condensation pendant l'admission ont pour cause la pénétrabilité des parois à la chaleur. Il s'ensuit que, pratiquement, il y a toujours de l'eau dans un cylindre à vapeur, et l'on peut appliquer à celle-ci, par conséquent, les nombres déterminés par Regnault pour les vapeurs saturées ; en second lieu, le poids de vapeur présent au cylindre à la fin de la détente est toujours plutôt *plus fort* que celui présent au commencement, et par suite le rendement maximum sera obtenu en admettant comme hypothèse la plus favorable que ce poids n'a pas varié.

» Le principe directeur doit être celui-ci : le travail d'un moteur à vapeur est exclusivement produit par la différence qui existe entre le nombre de calories possédé par le fluide sortant du générateur et celui conservé par le fluide à sa sortie du milieu condensant, le rayonnement externe étant négligé.

» Nous nous bornerons à établir l'expression donnant le maximum du rendement *organique*; elle nous renseignera sur la valeur économique de l'organisme moteur, montrera clairement où gît la plaie de nos machines à vapeur, et, par suite, la voie dans laquelle on doit s'engager pour chercher le remède. Ce rendement *organique* nous sera donné par le rapport existant entre la chaleur *utilisée* dans le cylindre et la chaleur *employée* à la vaporisation. Nous désignerons par R_1, R_2, R_3, R_4 ces rendements organiques dans les quatre cas :

» 1° Machine à pleine pression sans condensation ;

» 2° Machine à pleine pression avec condensation ;

» 3° Machine à détente sans condensation ;

» 4° Machine à détente avec condensation ;

» Par :

p la pression spécifique initiale de la vapeur à la température t;

p_1 la pression à la fin de l'expansion à la température t_1';

ϖ la pression atmosphérique;

ε le rapport de détente;

p_1' la pression minimum du condenseur à la température t_1';

V le volume du cylindre;

θ la température de l'eau d'alimentation;

$\gamma_{t_1'}$ le poids du mètre cube de vapeur à la pression p_1';

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ les poids de vapeur *sèche* (ce qui nous donnera un rendement maximum *a fortiori*) dépensés dans chaque cas;

t' la température de l'eau d'injection;

S_2, S_4 les poids d'eau d'injection nécessaires dans les deuxième et quatrième cas;

k_1, k_2, k_3, k_4 les chaleurs totales à employer pour vaporiser $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$;

k_1', k_2', k_3', k_4' les chaleurs totales contenues à t par $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$;

$k_1^e, k_2^e, k_3^e, k_4^e$ les chaleurs totales contenues à t_1 et t_1' par $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$, S_2 et S_4 et comprenant les chaleurs négatives correspondant aux travaux négatifs de contre-pression.

» Enfin, toutes les lettres A, u_t, λ_t, J_t, J_{t_1}, $\rho_{t_1'}$, q_0, q_t, $q_{t'}$, q_{t_1}, $q_{t_1'}$ auront les mêmes significations que celles admises dans les problèmes de Thermodynamique.

» Ceci posé, nous arrivons, par la détermination seule des chaleurs employées et utilisées sur les faces avant et arrière du piston, aux expressions suivantes :

1° $$R_1 = \frac{k_1' - k_1^e}{k_1} = \frac{\varphi_1 A p u_t - A \varpi V}{\varphi_1(\lambda_t - q_0)},$$

2° $$R_2 = \frac{k_2' - k_2^e}{k_2} = \frac{\varphi_2 \lambda_t - S_2(q_{t_1'} - q_{t'}) - \varphi_2 q_{t_1'} - V\gamma_{t_1'}\rho_{t_1'} - A p_1' V}{\varphi_1(\lambda_t - q_0)},$$

3° $$R_3 = \frac{k_3' - k_3^e}{k_3} = \frac{\varphi_3 \lambda_t - \varphi_3 J_{t_1} - A \varpi \dfrac{V}{\varepsilon}}{\varphi_3(\lambda_t - q_0)},$$

4° $$R_4 = \frac{k_4' - k_4^e}{k_4} = \frac{\varphi_4 \lambda_t - S_4(q_{t_1'} - q_{t'}) - \varphi_4 q_{t_1'} - V\gamma_{t_1'}\rho_{t_1'} - A p_1' \dfrac{V}{\varepsilon}}{\varphi_4(\lambda_t - q_0)}.$$

» Ces expressions, combinées avec les deux suivantes

$$S_2 = \frac{\varphi_2(J_t - q_{t_1'}) - V\gamma_{t_1'}\rho_{t_1'}}{q_{t_1'} - q_{t'}}, \quad S_4 = \frac{\varphi_4(J_{t_1} - q_{t_1'}) - V\gamma_{t_1'}\rho_{t_1'}}{q_{t_1'} - q_{t'}},$$

nous donneront dans chaque cas la valeur *maximum pratique* du rendement *organique*. En outre, on voit bien que la chaleur latente interne de vaporisation est avant tout la cause de la grande perte subie. Nous conclurons donc, contrairement à M. Zeuner, mais d'accord avec MM. Clausius et Redtenbacher, que :

» 1° Les moteurs à vapeur présentent une imperfection inhérente à leur nature même (Clausius, *Mémoire V*);

» 2° Le cycle de nos machines à vapeur est extrêmement imparfait.

» Pour perfectionner ce cycle, il faut *changer complètement* sa forme et le mode d'*utilisation* de la vapeur (Redtenbacher). »

PHYSIQUE. — *Influence de la trempe sur la résistance électrique du verre.* Note de M. **G. Foussereau**, présentée par M. Jamin.

« J'ai observé, au moyen de l'électromètre Lippmann et en suivant la méthode déjà indiquée dans ma précédente Note [1], les variations qui se produisent dans la résistance du cristal et du verre trempés quand on les soumet à un recuit plus ou moins énergique. Les échantillons employés étaient de petits gobelets de forme cylindrique ou légèrement conique dont les deux faces étaient en contact avec de l'acide sulfurique. On remplaçait cet acide par du mercure quand on opérait à des températures supérieures à 80°, les vapeurs d'acide sulfurique produisant alors par leur dépôt une conductibilité superficielle.

» Après une première série de mesures, l'échantillon était immergé dans un bain de sable, maintenu pendant un certain temps à une température plus ou moins élevée, enfin refroidi lentement. Une nouvelle série d'expériences était alors exécutée aux mêmes températures que la première. Le temps nécessaire pour charger un condensateur à un potentiel déterminé peut servir de mesure à la résistance de l'échantillon traversé.

» Ces expériences ont conduit aux résultats suivants :

» 1° La trempe diminue dans un rapport considérable la résistance électrique des différents verres.

» Pour un échantillon de verre trempé à base de chaux recuit pendant six heures à 500° et observé entre 35° et 80°, de 5° en 5°, les résistances primitives ont été respectivement multipliées par 2,30.

» Pour le cristal trempé, les variations sont encore plus frappantes. Je cite quelques nombres relatifs à deux échantillons de cristal, l'un trempé,

---

[1] Voir *Comptes rendus*, 31 juillet 1882, t. XCV, p. 216.

l'autre non trempé, provenant de la même cuite et du même creuset et recuits ensemble dans les conditions précédentes ([1]) :

	Durée de la charge en $\frac{\text{minutes}}{100}$.					
	Cristal trempé			Cristal non trempé		
	avant le recuit	après le recuit	Rapport	avant le recuit	après le recuit	Rapport
Températures.	a.	b.	$\frac{b}{a}$.	a'.	b'.	$\frac{a'}{b'}$.
110°	32	360	11,2	310	276	0,89
115	19	209	11,0	174	161	0,93
120	12	130	10,8	104	97	0,93
125	7,5	77	10,3	65	58	0,89

» Ainsi, tandis que la résistance est devenue onze fois plus grande pour le cristal trempé, elle est restée presque stationnaire et a même légèrement diminué pour le cristal non trempé, comme si ce dernier avait pris une trempe très légère par suite de son échauffement. On remarquera d'autre part que les résistances des deux échantillons sont peu différentes après le recuit; elles seraient identiques si le premier ne s'était trouvé un peu plus épais que l'autre.

» 2° Un recuit modéré, capable de faire disparaître partiellement l'élasticité due à la trempe, ne détruit qu'en partie son action sur la résistance électrique. Un échantillon de cristal trempé a été porté à 260°, puis refroidi lentement. Sa résistance s'est accrue dans le rapport de 1,8 à 1. Le même échantillon, chauffé ensuite à 450° et maintenu deux heures à cette température, a pris une résistance 7,2 fois plus grande que la résistance primitive.

» 3° La résistance d'un verre récemment recuit continue d'augmenter lentement pendant quelque temps, comme s'il se rapprochait peu à peu

---

([1]) Les éléments suivants sont entrés dans la composition de ce cristal :

	Parties.
Silice	100
Minium	62
Potasse	20
Nitrate de potasse	9
Soude	10
Bioxyde de manganèse	0,090
Arsenic	0,100

d'un état d'équilibre définitif. La résistance d'un verre trempé ou non, qui n'a pas été chauffé depuis longtemps, demeure invariable [1]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une modification apportée à la pile au bichromate de potasse, pour la rendre apte à l'éclairage.* Note de M. TROUVÉ, présentée par M. Th. du Moncel.

« De toutes les piles capables de produire la lumière électrique dans des conditions abordables dans la pratique, la pile à bichromate de potasse est la seule qui puisse être employée avantageusement. Mais, dans ses conditions ordinaires, elle est très inconstante et d'une action peu durable. Je suis parvenu à remédier à ce double défaut en trouvant le moyen de *sursaturer le liquide de bichromate*, et voici comment j'obtiens ce résultat.

» Je prends 150^{gr} de bichromate en poudre que je dépose dans 1^{lit} d'eau, et, après avoir agité la solution, j'ajoute *goutte à goutte* jusqu'à 450^{gr} d'acide sulfurique, soit un quart en volume. Le liquide s'échauffe peu à peu, et le bichromate se dissout successivement. Par ce procédé, je suis arrivé à dissoudre dans cette même quantité d'eau jusqu'à 250^{gr} de bichromate. Une fois dissous, le liquide reste limpide et ne fournit pas de dépôts cristallisés en refroidissant. Bien plus même, il peut être usé par la pile sans production de cristaux d'alun de chrome, et je n'en ai trouvé aucune trace, même après plusieurs mois d'action de la pile. J'ai reconnu d'ailleurs qu'en plaçant dans le liquide des réservoirs d'acide et de bichromate, on n'obtenait aucun résultat avantageux; car le bichromate ne se dissout pas dans une solution déjà acidulée. Ce qu'il faut pour rendre la pile au bichromate constante, c'est de *sursaturer le liquide excitateur* et de faire en sorte que les charbons ne soient pas recouverts de cristaux d'alun de chrome.

» Chaque élément est formé d'une lame de zinc et de deux charbons cuivrés galvaniquement dans leur partie supérieure. Ce cuivrage a pour but de consolider les charbons et de diminuer leur résistance. Le zinc est disposé de manière à pouvoir être facilement enlevé de la pile pour l'amalgamation, opération qui peut être faite aussi souvent qu'on le désire.

» Les batteries sont disposées généralement par groupes de 6 éléments, placés dans des auges en bois de chêne, et les vases extérieurs sont constitués par des caisses plates d'ébonite. Par une disposition analogue à celle que l'on a employée il y a longtemps dans les piles de Wollaston, les char-

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de recherches physiques de M. Jamin, à la Sorbonne.

bons et les zincs peuvent être enlevés ou replongés simultanément dans les liquides au moyen d'un treuil à manivelle et à encliquetage, et l'on peut même faire varier la force de la pile en opérant les immersions plus ou moins profondément.

» Avec 12 éléments de cette pile on peut maintenir allumées pendant cinq heures 10 lampes à incandescence du modèle que je construis pour les éclairages domestiques, mais j'ai pu en allumer 20 pendant deux heures; chacune de ces lampes avait une intensité lumineuse égale à 10 bougies.

» D'après les expériences faites par M. d'Arsonval, la force électromotrice de ma pile est en moyenne de 2^{volts} avec des liquides neufs, et l'intensité du courant au moment de l'immersion de 118^{amp} en court circuit; la résistance est de $0^{\text{ohm}},07$. Quatre batteries attelées sur une machine Gramme non préparée pour cela ont produit 14^{kgm} par seconde pendant deux heures sans affaiblissement notable dans l'intensité.

» Voici du reste les Tableaux des expériences faites avec cette pile :

Tableau I. — *Deux batteries Trouvé constantes et à grand débit* (118^{amp}, *en court circuit*).
Constantes $E = 1^{\text{volt}},9 - r = 0^{\text{ohm}},07$ à $0^{\text{ohm}},08$.

Fonctionnement.	Force électromotrice par 6 éléments. volts	Quantité en ampères avec la résistance des fils conducteurs.	Nombre de lampes (de 14 à 16 volts et de 8 à 10 bougies).	Pouvoir éclairant en bougies.	Consommation des lampes en ampères	Zinc consommé.
Venant d'être chargées...	12,6	65	10	100	12,6	12 zincs pesaient ensemble avant l'expérience 15^{kg}.
Après 3 heures de travail.	12,3	31,50	8	80	11,34	
Après 4 »	12,1	25	6	60	9,45	Après 5 heures de fonctionnement il y avait $0^{\text{kg}},456$ de zinc consommé ou 38^{gr} par élément.
Après $4^{\text{h}}30^{\text{m}}$ »	12	23	4	40	6,30	

Remarques. — Les piles étaient neuves. Les lampes ont été rigoureusement maintenues au même pouvoir éclairant pendant toute la durée de l'expérience de 5 heures.

Tableau II. — *Deux batteries Trouvé constantes à vase poreux et à petit débit* (20^{amp}, *en court circuit*).
Constantes $E = 1^{\text{volt}},9$. — La résistance r n'a pas été déterminée exactement par suite de son irrégularité d'un élément à l'autre.

Fonctionnement.	Force électromotrice par 6 éléments. volts	Quantité en ampères avec la résistance des fils conducteurs.		Nombre de lampes (de 14 à 16 volts et de 8 à 10 bougies).	Pouvoir éclairant en bougies.	Consommation des lampes en ampères.	Zinc consommé.
Venant d'être chargées...	11,7 12	15,75 17,10	ensemble 17,01	3	30	4,09	$0^{\text{kg}},980$ en 14 heures, ou $0^{\text{kg}},090$ par élément très régulièrement répartis.
Après 4 heures de travail, les résultats sont les mêmes que ci-dessus.							
Après 8 »	11,1 11,7	9,45 13,86	10,94	3	24	3,78	Les zincs plongeaient dans le vase poreux rempli d'eau acidulée au $\frac{1}{10}$.
Après 10 »	10,2 11,1	5,67 8,82	7,56	2	20	2,52	
Après 12 »	9,1 10,5	3,10 5	4	1	10	1,25	

Remarques. — Les piles n'étaient pas neuves; elles avaient déjà servi. Une lampe, puis deux, ont été enlevées du circuit, pour maintenir à 10 bougies le pouvoir éclairant pour chaque lampe.

» En examinant ces Tableaux, on reconnaît de suite que le rendement est bien plus considérable avec les piles à grand débit qu'avec les piles à débit moyen ou à petit débit.

THERMOCHIMIE. — *Sur les calories de combinaison des glycolates.* Note de M. D. TOMMASI.

« M. de Forcrand a déterminé tout récemment [1] les calories de combinaison de quelques glycolates; or les calories qu'il a obtenues à l'aide du calorimètre sont tout à fait les mêmes que les calories de combinaison que la loi des constantes thermiques de substitution permet de prévoir [2].

» En effet :

	Calories calculées.	Calories trouvées.
Glycolate de sodium	91,4	91,2
» ammonium	67,9	67,7
» baryum	55,8	55,8
» strontium	186,0	186,2
» calcium	178,0	177,9
» magnésium	177,4	177,2
» zinc	103,2	104,4
» cuivre	53,0	53,2
» plomb	68,8	68,5

» Les calories de combinaison des quatre derniers glycolates ont été déterminées par des procédés indirects et, malgré cela, l'accord persiste toujours entre la théorie et l'expérience. Pour le glycolate de zinc seulement, on trouve un écart assez fort entre la donnée théorique et la donnée expérimentale. Cet écart ne peut provenir que d'une erreur d'expérience ou de calcul. Je suis persuadé qu'en reprenant cette détermination calorimétrique avec plus de soin, on arrivera à obtenir un nombre se rapprochant beaucoup plus de celui qu'indique la loi.

» Voici maintenant les calories de combinaison de quelques glycolates qui n'ont pas encore été déterminées par l'expérience, mais que l'on peut calculer d'après la loi.

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 26 février 1883.

(2) *Ibid.*, séance du 7 août 1882.

		Cal
Glycolate de lithium	....	97,7
»	thallium................	33,7
»	cadmium...............	86,6
»	manganèse..............	118,4
»	fer....................	90,4
»	nickel..................	84,0
»	cobalt...............	85,2
»	mercure...............	50,0
»	....	....

» On voit donc que, en connaissant les calories de combinaison d'un seul glycolate (celui de potassium), il a été possible, grâce aux constantes thermiques de substitution, de déterminer avec la plus grande exactitude les calories de combinaison de tous les autres glycolates. Il est bien évident que ce que je viens de dire pour les glycolates peut s'appliquer, sans exception, à tous les sels solubles.

» Ainsi, je suppose que l'on veuille connaître les calories de combinaison des iodacétates, des acrylates, etc.; il suffit pour cela de déterminer les calories de combinaison d'un seul iodacétate, d'un seul acrylate, etc., pour arriver à connaître, aussi exactement que si l'on employait le calorimètre même, les calories de combinaison de tous les iodacétates, de tous les acrylates, etc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la mononitrosorésorcine.* Note de M. A. Fèvre, présentée par M. Friedel.

« On obtient le sel de sodium de ce nouveau composé nitrosé de la résorcine en faisant agir à froid 1^{mol} d'azotite d'amyle sur 1^{mol} de monorésorcine-sodium, $C^6H^4\begin{cases}ONa\\OH\end{cases}$. Ce sel de sodium, décomposé par l'acide sulfurique, donne la *mononitrosorésorcine* libre, qui, cristallisée de l'alcool faible, se présente sous la forme d'aiguilles d'un jaune d'or passé dont la composition $C^6H^3(AzO)(OH)^2 + H^2O$. Ces aiguilles brunissent vers 112° et deviennent complètement noires sans éprouver de fusion vers 148°.

» La mononitrosorésorcine est très soluble dans l'alcool et dans l'acétone, moins soluble dans l'eau, le chloroforme, l'éther; insoluble dans la benzine et dans le sulfure de carbone.

» Les sels ferreux et la limaille de fer produisent dans la dissolution neutre de mononitrosorésorcine une *coloration verte* très intense. L'acide

sulfurique concentré la dissout à froid sans l'altérer. L'acide chlorhydrique se comporte de la même manière à froid. L'acide nitrique donne de la trinitrorésorcine.

» La mononitrosorésorcine donne avec les bases des sels très peu caractérisés. Les sels de potassium, de sodium et d'argent sont difficilement cristallisables ; les sels d'ammonium, de calcium et des métaux lourds sont des poudres amorphes dont la couleur varie du rouge-orange au noir.

» La mononitrosorésorcine donne par réduction, au moyen du protochlorure d'étain et de l'acide chlorhydrique, une *amidorésorcine* $C^6H^3(AzH^2)(OH)^2$ paraissant identique à la paraamidorésorcine décrite par Weselsky : le groupe AzO occuperait donc dans la nitrosorésorcine la position *para* par rapport à un groupe OH.

» Par l'action des vapeurs d'acide azoteux sur la solution éthérée de nitrosorésorcine, il se forme une résorcine *dinitrée* $C^6H^2(AzO^2)^2(OH)^2$, cristallisant en petites tablettes jaunes qui fondent à 142°, 5 (non corrigé). Ce composé a été également obtenu par R. Benedickt et von Hübl [1], par l'action de l'acide azoteux sur la binitrosorésorcine.

» Le brome en solution aqueuse transforme la nitrosorésorcine en *dibromomononitrosorésorcine* $C^6H(Br)^2(AzO)(OH)^2 + 2H^2O$. Ce composé cristallise de l'alcool faible en larges aiguilles jaunes très brillantes, qui se décomposent vers 138°, sans fondre, et contiennent 2^{mol} d'eau de cristallisation. Il est très soluble dans l'alcool, l'acétone; moins soluble dans l'éther, l'acide acétique et l'eau froide. Une solution alcoolique de potasse n'a pas d'action sur la dibromomononitrosorésorcine.

» Si l'on fait agir de l'acide nitrique concentré sur ce composé, il y a formation d'acide bromhydrique et il se sépare une *dinitromonobromorésorcine* $C^6HBr(AzO^2)^2(OH)^2$ qui est différente de celle qu'on a obtenue en bromant la dinitrorésorcine décrite précédemment. Cette combinaison cristallise de l'alcool bouillant en magnifiques aiguilles jaune-orange, fondant à 193°, presque insolubles dans l'eau, difficilement solubles dans l'alcool bouillant, solubles dans l'acétone.

» La dinitromonobromorésorcine donne avec les alcalis et avec la baryte de très beaux sels, possédant pour la plupart la propriété d'être dichroïques. Ils se décomposent à la chaleur en détonant violemment.

» Dérivé acétylé : prismes jaunes transparents fondant à 135°.

---

(1) *Monatshefte für Chemie*, t. II, p. 323.

» La nitrosorésorcine donne avec tous les phénols des réactions colorées.

» Avec la résorcine et l'acide sulfurique elle forme la *diazorésorufine* de Weselsky, d'après l'équation

$$4C^6H^3(AzO)(OH)^2 + 2C^6H^4(OH)^2 = C^{36}H^{18}Az^4O^9 + 7H^2O.$$

» La diazorésorufine est préparée industriellement par une fabrique de Bâle, d'après ce procédé.

» Les amines aromatiques donnent également des produits colorés avec la nitrosorésorcine. Celui qui a été obtenu par l'action de la nitrosorésorcine sur la diméthylaniline est violet et a beaucoup d'analogie avec le produit obtenu par Meldola, au moyen de la résorcine et de la nitrosodiméthylaniline.

» Par l'action de la nitrosorésorcine sur l'acétate d'aniline en solution alcoolique, on obtient comme produit principal un composé qui cristallise du chloroforme en petites aiguilles très brillantes, d'un bleu d'acier, dont le point de fusion est situé vers 238°-239°.

» D'après l'analyse, ce corps aurait la composition $C^{18}H^{14}Az^2O^2$.

» La réaction qui lui aurait donné naissance aurait donc pour équation

$$2C^6H^5AzH^2 + C^6H^3AzO(OH)^2 = C^{18}H^{14}Az^2O^2 + AzH^3 + H^2O.$$

» Cette combinaison ne se dissout ni dans les alcalis, ni dans les acides étendus. Les acides chlorhydrique et nitrique la dissolvent sans l'altérer en se colorant en bleu. Elle se dissout dans l'acide sulfurique, en produisant une liqueur verte. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Contributions à l'étude du plâtrage des vins. Dosage rapide de la crème de tartre.* Note de M. P. Pichard. (Extrait.)

« *Conclusions.* — Dans une solution aqueuse ou alcoolique saturée de bitartrate de potasse, renfermant du bisulfate de potasse, l'acide tartrique libre peut mettre en liberté une portion de l'acide du bisulfate ne dépassant pas le $\frac{1}{12}$ de la quantité d'acide sulfurique total.

» Dans une solution aqueuse ou alcoolique saturée de bitartrate avec excès, l'acide sulfurique libre ou le bisulfate de potasse dissolvent une certaine quantité du bitartrate en excès, la même, à dose égale d'acide sulfurique libre ou en excès.

» Dans une solution aqueuse ou alcoolique saturée de bitartrate de

potasse, le sulfate de potasse et le chlorure de potassium déplacent et précipitent du bitartrate de potasse. Les quantités déplacées augmentent avec les doses de sels potassiques.

» Le chlorure agit à cet égard plus énergiquement que le sulfate. La précipitation est complète, lorsque la quantité de sulfate atteint le point de saturation. Elle a lieu plutôt avec le chlorure.

» Cette propriété du sulfate ou du chlorure fournit un moyen de doser rapidement le tartre contenu dans les vins ordinaires, non plâtrés.

» Le chlorure de sodium ne précipite pas le bitartrate de potasse dans les mêmes conditions.

» Le salage des vins avec le sel marin ou l'eau de mer ne paraît pas les appauvrir en tartre.

» Le tartrate de chaux est moins soluble dans les solutions aqueuses et alcooliques saturées de bitartrate de potasse, que dans les mêmes solutions dépourvues de tartre.

» Dans une solution aqueuse ou alcoolique, l'acide sulfurique libre ou en excès à l'état de bisulfate dissout, à dose égale, la même quantité de tartrate de chaux.

» Dans une solution alcoolique saturée de bitartrate de potasse avec excès et renfermant du bisulfate de potasse, l'addition de tartrate de chaux en excès ramène une partie du bisulfate à l'état de sulfate de potasse et donne lieu à un dépôt de tartre.

» L'application de ces faits au plâtrage à la cuve donne l'explication de ce qui s'y passe, quand on ne considère que l'action du bitartrate de potasse sur le sulfate de chaux.

» La véritable cause de l'appauvrissement du vin plâtré en bitartrate de potasse n'est pas dans la transformation de ce sel, mais dans l'impossibilité où il est de saturer une liqueur renfermant une certaine dose de sulfate de potasse. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des effets physiologiques du café.* Note de M. J.-A. **Fort**, présentée par M. Larrey. (Extrait.)

« L'action physiologique du café a été diversement interprétée; les uns en font un aliment de dépense; les autres, au contraire, un aliment d'épargne. L'aliment d'épargne agit en rendant plus lentes l'assimilation et la désassimilation; les substances dites d'épargne utilisent les combustions et elles transforment régulièrement la chaleur en force : en mâchant quel-

ques feuilles de coca du Pérou, le plus remarquable des aliments d'épargne, on peut rester une journée entière sans boire ni manger. L'aliment de dépense augmente, au contraire, l'assimilation et la désassimilation, il augmente les combustions.

» En présence de ces deux opinions opposées, j'ai résolu de faire sur moi-même trois séries consécutives d'expériences. Dans la première, je me suis complètement abstenu de café pendant quinze jours ; dans la deuxième, j'ai ingéré une dose excessive de café ; dans la troisième, qui a duré vingt-cinq jours, j'ai pris deux tasses de café par jour.

» Pendant la durée de ces expériences, rien n'a été changé dans ma manière de vivre, ni dans mon régime.... Je suis d'une bonne santé ; j'ai l'habitude de prendre du café deux fois par jour.

Première série. — *Abstention de café.* — Pendant les quinze jours qu'a duré cette expérience, l'appétit a été modéré. Je n'ai noté aucun changement appréciable du côté des sécrétions. L'urine a été, en moyenne, de 970^{gr} par jour. Le sommeil a été normal ; c'est-à-dire que j'ai dormi, sans me réveiller, pendant six ou sept heures que je suis resté couché.

Le pouls, à 72 le matin, montait dans la journée jusqu'à 84 et se maintenait à ce chiffre jusqu'au moment du sommeil.

Ce que j'ai remarqué de plus particulier dans cette expérience, c'est une certaine lourdeur des membres et de la paresse de l'esprit et du corps. Le travail du soir était un peu pénible. Il m'arrivait quelquefois de m'endormir dans la journée.

Deuxième série. — *Ingestion d'une dose excessive de café.* — Je suis passé brusquement de l'abstention complète de café à l'ingestion d'une forte dose, pour mieux en apprécier les effets.

Je me suis procuré le meilleur café que j'ai pu trouver et j'en ai fait infuser 250^{gr} dans 1^{lit} d'eau bouillante. J'ai bu la totalité de cette boisson dans la journée du 6 novembre dernier, de 7^h du matin à 9^h du soir. Dans la journée, le pouls a subi une augmentation rapide, il était à 108 dans l'après-midi, et dans la soirée il est monté à 114.

C'est surtout le soir que j'ai ressenti les effets excitants du café sur le cerveau et la moelle épinière. Je me suis couché à 11^h : je n'ai pas dormi une minute. Dès que j'ai été couché, des contractions réflexes se sont produites dans presque toutes les parties du corps alternativement. J'ai eu des crampes très douloureuses dans les cuisses, les jambes, les pieds, les parois du thorax, les muscles de la région sus-hyoïdienne. Ces crampes ont duré pendant toute la nuit et ont été plus modérées dans la matinée du jour suivant.

J'avais la langue sèche et un certain degré de constriction de la gorge. Pendant toute la nuit, j'ai eu fréquemment des crampes d'estomac accompagnées de nausées. L'intestin a été le siège de gargouillements et d'une sécrétion liquide abondante, qui a produit dix-huit évacuations.

Le pouls s'est maintenu pendant la nuit entre 110 et 114. Il était intermittent, ainsi que les battements du cœur ; il manquait une pulsation sur quatre.

» Le lendemain, ces symptômes se sont apaisés, le pouls a baissé jusqu'à 76. Je n'ai pas

pu quitter ma chambre avant midi. J'éprouvais des douleurs de tête, je n'avais aucun appétit. Ce jour-là, je n'ai pas pris de café.

TROISIÈME SÉRIE. — *Ingestion de café à doses modérées.* — Après l'expérience précédente, je me suis abstenu de café pendant quelques jours. Puis j'ai pris du café à doses modérées, deux tasses par jour, pendant vingt-cinq jours.

» Pendant la durée de cette expérience, l'appétit a été sensiblement le même que dans la première et je n'ai noté rien de particulier du côté des sécrétions. L'urine a été rendue en égale quantité. La quantité d'urée me paraît avoir été sensiblement la même que dans les premières expériences ; les urines ont été analysées dans le laboratoire de Chimie de la Faculté de Médecine de Rio de Janeiro, par M. Domingos Freire.

» Comme dans ma première expérience, le pouls s'est maintenu à 72 le matin et à 84 dans la journée.

» J'ai noté une plus grande force musculaire, plus d'agilité et surtout une aptitude plus grande au travail. Lorsque je prends du café, je fournis une plus grande quantité de travail intellectuel et de meilleur travail. »

» *Conclusions.* — Dans les expériences qui précèdent, l'action du café se manifeste d'une manière bien évidente. Le café agit *en excitant le système nerveux central cérébro-spinal.*

» Pris à *dose très forte*, le café produit l'insommie par l'excitation du cerveau. En excitant la moelle, il produit les crampes des muscles, les douleurs de l'estomac, les troubles de l'intestin et ceux du cœur. L'excitation que le café produit sur la moelle épinière est, par conséquent, une excitation du *pouvoir réflexe* ou *excito-moteur*.

» Cette excitation peut être telle qu'elle atteigne également les racines médullaires du grand sympathique qui sortent de la moelle avec les racines des nerfs rachidiens. On sait qu'une légère excitation du grand sympathique excite les vaso-moteurs, mais, si cette excitation est très forte, l'irritation des nerfs vaso-moteurs fait place à une paralysie de ces nerfs. Ne trouve-t-on pas dans ce phénomène l'explication des troubles de sécrétion de l'intestin et de l'anéantissement des facultés génitales par le café pris à forte dose ?

» Pris à *dose modérée*, le café exerce une action excitante plus calme, pour ainsi dire, sur le système nerveux. Il stimule légèrement le cerveau qui est moins enclin au sommeil et qui fonctionne avec un peu plus d'activité. Il exerce aussi une légère stimulation de la moelle épinière, se traduisant par un surcroît d'activité des diverses fonctions.

» Le café n'est évidemment pas un aliment d'épargne et je ne connais pas une seule expérience qui permette d'admettre une telle opinion.

» D'autre part, si le café augmente les dépenses de l'organisme, il ne faut

pas oublier que cette augmentation de dépenses se fait par l'intermédiaire du système nerveux : son action immédiate, c'est *d'exciter le système nerveux central.*

» Le café n'étant ni un aliment d'épargne ni un aliment de dépense, rien n'autorise à dire qu'il fasse consommer une plus ou moins grande quantité de nourriture azotée. En expliquant l'action du café par l'excitation qu'il produit sur le système nerveux, aucun point ne reste obscur dans le mécanisme de l'impulsion donnée par le café aux diverses fonctions organiques.

» En Thérapeutique, le café doit être classé parmi les agents *excitateurs réflexes* et non parmi les agents modificateurs de la nutrition. »

ZOOLOGIE. — *Sur la reproduction du Saumon de Californie, à l'aquarium du Trocadéro.* Note de MM. **Raveret-Wattel** et **Bartet**, présentée par M. Bouley.

« Le 25 octobre 1878, l'aquarium du Trocadéro recevait de la Société nationale d'acclimatation un millier d'œufs de Saumon de Californie (*Oncorhynchus quinnat*), provenant d'un envoi fait par M. Spencer F. Baird, commissaire des pêcheries des États-Unis. Ces œufs, chez lesquels l'évolution embryonnaire était déjà très avancée, ne tardèrent pas à éclore. Les alevins étaient très vigoureux et leur développement fut assez rapide, au moins à partir de l'époque (1er janvier 1879) où, l'aquarium ayant été remis à l'Administration municipale et confié à la direction d'un ingénieur du service des promenades et plantations de la Ville de Paris, des soins furent régulièrement donnés aux différents poissons qui peuplaient les lacs.

» Abondamment nourris de chair de poisson blanc hachée, les jeunes Saumons atteignirent en l'espace d'une année un poids moyen de 250^{gr}. Presque tous, à cette époque, quittaient la livrée du premier âge, pour se parer des beaux reflets argentés des *smolts;* mais ils ne manifestaient pas cette agitation qui s'observe en général chez le Saumon commun, de même âge, tenu en captivité. Ils supportaient parfaitement leur élevage en stabulation, et les pertes étaient relativement insignifiantes.

» Deux ans plus tard, les saumoneaux étaient devenus de très beaux poissons. Quelques-uns pesaient jusqu'à 2^{kg}. En octobre 1881, plusieurs sujets donnaient des signes évidents de fraye. Des fécondations artificielles furent essayées; mais les œufs récoltés paraissaient mal développés et ne

donnèrent aucun résultat. D'ailleurs tous, ou presque tous, mâles et femelles, qui avaient paru disposés à frayer, moururent.

» L'année suivante, 1882, au mois d'octobre également, le désir de frayer se manifesta de nouveau chez ces poissons, et le 24 octobre plusieurs femelles donnaient environ 1500 œufs, que l'on essayait de féconder avec de la laitance de Truite, faute de Saumons mâles *mûrs* à ce point. L'opération ne réussit pas. Mais, peu de jours après, les sujets des deux sexes étaient en pleine fraye, et l'on pouvait récolter et féconder, en l'espace de cinq semaines, près de 30 000 œufs [1].

» Malheureusement, le manque d'un nombre suffisant d'appareils d'éclosion nécessita l'entassement des œufs pendant quelques jours dans un espace beaucoup trop restreint. En outre, des travaux de réparation dans les conduites d'eau qui alimentent l'aquarium ne permirent, pendant quelque temps, que l'emploi d'eau non filtrée. C'est à ces deux causes qu'il faut attribuer la non-réussite d'un très grand nombre des œufs, qui, du plus bel aspect, semblaient devoir arriver presque tous à éclosion.

» Environ 1500 alevins très vigoureux ont pu toutefois être obtenus et sont actuellement en parfait état. Ils suffisent pour démontrer la possibilité d'élever et de faire reproduire le Saumon de Californie dans des conditions de captivité tout à fait exceptionnelles. Le fait semble d'autant plus intéressant qu'il s'agit d'une espèce étrangère, essentiellement migratrice, qui s'est ainsi pliée, à la fois, à un nouveau climat et à un changement complet dans les habitudes. L'acquisition de cette espèce paraît donc facilement réalisable, et elle serait particulièrement utile au point de vue de l'empoissonnement des cours d'eau tributaires de la Méditerranée, dans lesquels le Saumon ordinaire est inconnu et ne réussirait probablement pas; tandis que le Saumon de Californie, qui se montre en Amérique jusqu'au 35e degré de latitude (c'est-à-dire beaucoup plus au sud que le *Salmo salar*), pourrait vraisemblablement s'acclimater dans le Rhône, l'Aude, l'Hérault, etc. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Mollusques solénoconques des grandes profondeurs de la mer*. Note de M. P. Fischer, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« La faune malacologique des grandes profondeurs de la mer est caractérisée par des espèces très abondantes en individus, mais appartenant à un nombre assez restreint de genres et de familles. Il en résulte une

---

[1] Les sujets ayant frayé sont morts à la suite.

grande uniformité, lorsqu'on compare cet ensemble d'animaux à la faune si variée des profondeurs moindres, et notamment à celle qui peuple la zone des Laminaires. Il sera donc nécessaire de tenir compte de ces caractères négatifs.

» Les Mollusques les plus répandus dans les abysses sont des Solénoconques ou Scaphopodes (*Dentalium, Cadulus*), des Gastéropodes opisthobranches (*Scaphander, Phyline, Cylichna*), Prosobranches (*Pleurotonia, Fusus*) et des Lamellibranches (*Arca, Nucula, Leda, Pecten, Lima, Neæra,* etc.).

» Les Solénoconques semblent organisés pour vivre dans les sables et les vases du fond de la mer. Dépourvus normalement d'organes visuels, ils capturent au moyen de leurs filaments tentaculaires les Foraminifères qui pullulent autour d'eux. Il n'est pas étonnant que, dans ces conditions, ils se soient multipliés à l'infini. Durant les trois campagnes du *Travailleur* (1880, 1881, 1882), chaque coup de drague a toujours ramené des Dentales; en certains points du golfe de Gascogne et de la Méditerranée, ils ont été recueillis en quantités prodigieuses et forment presque seuls la population malacologique de ces fonds. L'espèce dominante dans les mers d'Europe paraît être le *Dentalium agile,* connu depuis peu d'années, à la suite des dragages de M. Sars aux îles Lofoten, et qui n'avait jamais été capturé dans les zones supérieures. Aujourd'hui l'*area* occupée par ce Mollusque est immense et s'étend de l'océan Glacial aux Canaries d'une part, de la Méditerranée au golfe du Mexique d'autre part.

» Durant l'expédition du *Challenger,* on a dragué 36 espèces de Solénoconques dans les diverses mers du globe; les campagnes du *Travailleur* en ont procuré 18 espèces, réparties en quatre genres : 4 *Dentalium,* 2 *Siphonentalis,* 1 *Siphonentalium,* 9 *Cadulus,* chiffre considérable eu égard à la faible étendue relative des mers que nous avons explorées; les expéditions du *Blake,* en Amérique, ont procuré également 18 espèces.

» Un des résultats les plus remarquables de notre campagne de 1882 est la découverte de quelques exemplaires en parfait état d'une espèce gigantesque, obtenue par 1900^{m} de fond, entre la côte ouest du Maroc et les Canaries, et que nous avons nommée *Dentalium ergasticum.* Ce Dentale, dont la longueur dépasse 0^{m},090, était vivant quand on l'a pris, mais, plongé dans un vase d'eau de mer, il s'est contracté brusquement et n'a plus donné signe de vie. Son test est très épais, solide; son ouverture antérieure mesure environ 0^{m},010; l'extrémité postérieure, très effilée, est munie d'une entaille longitudinale, longue de 0^{m},015 sur un de nos spé-

cimens et qui rappelle singulièrement la grande fissure des Dentales de l'éocène parisien. La surface de la coquille est ornée de petites côtes serrées, assez aplaties.

» Une autre espèce, d'une taille probablement supérieure à celle du *Dentalium ergasticum*, a été draguée, le 25 juillet, par le *Travailleur*, mais à une plus faible profondeur (440^m au sud de l'Espagne avant d'arriver à Cadix). Malheureusement les deux extrémités de la coquille manquent et le Mollusque est remplacé par un Siponcle. Ce Dentale ne peut être distingué spécifiquement d'un des fossiles les plus caractéristiques du pliocène italien, le *Dentalium Delessertianum* (Chenu), dont la taille normale est de $0^m,10$ environ et dont la fissure est semblable à celle du *D. ergasticum*.

» En 1882, nous avions déjà dragué un Solénoconque fossile du pliocène de Sicile, le *Cadulus ovulum* (Philippi). Ces faits, qui se multiplient sans relâche depuis que l'examen des faunes abyssales a été sérieusement entrepris, permettent de supposer qu'un grand nombre de formes pliocènes, considérées comme éteintes, existent encore au fond des mers, où la drague saura les atteindre. La détermination des espèces abyssales ne peut d'ailleurs être faite qu'à l'aide des Ouvrages relatifs à la Paléontologie pliocène (Philippi, S. Wood, Seguenza, Brugnone, etc.). Au point de vue biologique, le pliocène, le quaternaire et l'époque actuelle sont donc intimement liés et constituent une période homogène de l'histoire de la vie sur le globe, période bien distincte de celle du miocène, où les conditions de température des eaux marines, au sud de l'Europe, étaient complètement changées, ainsi que leur population animale, par suite d'une large communication avec l'océan Indien, qui permettait aux Polypiers astréens de s'étendre jusqu'à la latitude de la France. La Méditerranée pliocène différait à peine de la Méditerranée actuelle par ses contours et sa faune, tandis que la mer miocène du sud de l'Europe n'avait aucun rapport dans sa configuration avec la Méditerranée actuelle. »

EMBRYOLOGIE. — *De l'ovogénèse chez les Ascidiens.* Note de M. **Ad. Sabatier**, présentée par M. Alphonse Milne-Edwards.

« Poursuivant, au laboratoire de la Station zoologique de Cette, mes recherches sur la genèse des éléments reproducteurs, je me suis attaché à l'étude de l'œuf des Ascidiens, qui présente des particularités si remarquables, et encore si obscures et si controversées. Mes recherches ont porté sur *Ciona intestinalis*, sur *Ascidia villosa*, *Phallusia cristata*, *Phallusia mammi-*

lata, Cynthia microcosmus, Ascidia granularia, Cinthia papillosa, Molgula socialis, Molgula nana, plusieurs espèces de *Botryllus, Botrylloïdes rubrum,* quelques Didemniens, etc. Les résultats de mes recherches peuvent se résumer dans les propositions suivantes :

» 1° Chez les Ascidiens l'ovaire se compose à l'origine d'une agglomération de noyaux dépendant du mésoderme et réunis par une faible quantité de substance intermédiaire claire. L'ovaire a donc la constitution et les caractères d'un tissu conjonctif embryonnaire dans lequel les atmosphères protoplasmiques ne sont pas nettement délimitées. Cette structure se retrouve chez l'adulte, dans les portions de l'ovaire où il y a nouvelle formation d'œufs.

» 2° L'œuf a pour point de départ un corpuscule de ce tissu conjonctif embryonnaire qui constitue l'ovaire.

» 3° Ce corpuscule, dans lequel se développent une ou deux granulations qui seront le ou les nucléoles, constitue lui-même le nucléus de l'œuf futur.

» 4° Autour de ce nucléus se forme et se délimite nettement une couche de protoplasma transparent et incolore; et ainsi sont réunis les éléments essentiels de l'œuf.

» 5° Autour de l'œuf ainsi constitué se forme une première membrane très délicate, qui peut être rapportée à la substance intermédiaire du tissu conjonctif embryonnaire de l'ovaire. C'est la membrane capsulaire amorphe.

» 6° Au-dessous de cette membrane apparaissent, à la surface du vitellus, des éléments cellulaires qui seront les cellules capsulaires. Ces éléments, contrairement à ce qu'on a cru, n'ont point pour origine des éléments extérieurs à l'œuf qui sont venus s'appliquer et s'aplatir à sa surface. Ce sont de petites masses formées au sein du vitellus et éliminées par la surface de celui-ci, masses d'abord claires et homogènes, et qui s'individualisent comme cellules en acquérant un noyau, des granulations et une membrane limitante. Ces masses et ces cellules, se multipliant, forment une couche continue autour de l'œuf.

» Au-dessous d'elles et aux dépens de leur face interne se constitue parfois une seconde membrane reposant sur le vitellus : c'est la membrane sous-capsulaire, qui peut devenir plus ou moins épaisse.

» Dans d'autres cas, les cellules capsulaires restent aplaties, se sclérosent, et constituent ainsi autour de l'œuf une enveloppe épaisse et anhiste.

» 7° Les cellules dites très improprement *cellules du testa,* ou mieux

cellules granuleuses, ont également pour point de départ le vitellus de l'œuf, comme l'ont avancé Kupffer et Semper. Elles représentent également un élément éliminé par la surface de l'œuf. Ce sont des cellules encore imparfaites, en voie de se constituer, mais entachées de décadence et de dégénérescence avant d'avoir atteint ce but. Je les désigne sous le nom de *globules cellulaires*, pour concilier les nomenclatures et les vues de Semper et des autres naturalistes qui les ont étudiées.

» 8° Les corpuscules intra-vitellins, que l'on observe autour du noyau et dans le sein du vitellus des œufs jaunes, ne sont donc ni des éléments extérieurs, ni des cellules capsulaires, ayant immigré dans le vitellus; mais bien des masses de protoplasma clair, finement granuleux, qui se forment au sein du vitellus par voie de concentration, et qui, émigrant ultérieurement vers la surface, constituent, dans une première phase de l'ovogénèse, les cellules capsulaires et, dans une seconde phase, les cellules granuleuses ou globules cellulaires, improprement nommés *cellules du testa*.

» Les preuves à l'appui des propositions ci-dessus seront d'ailleurs longuement développées dans un Mémoire, accompagné de planches, qui est déjà sous presse. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Influence du vent sur les phénomènes météorologiques.* Note de M. E. **Allard**, présentée par M. H. Mangon.

« L'influence que la direction du vent exerce sur les différents phénomènes météorologiques, comme la température, la pression atmosphérique, la pluie, n'est pas la même dans toutes les saisons. En étudiant cette influence pour les douze mois de l'année, j'ai cru reconnaître qu'on pouvait en préciser les variations au moyen d'une loi que je vais indiquer.

» Je m'occuperai d'abord de la température. Un registre météorologique, tenu à Poitiers pendant quarante ans (1779-1818) et déposé à la bibliothèque de la ville, m'a permis de calculer, pour chaque mois, la température moyenne correspondant à chaque direction du vent, à 2^h de l'après-midi. Le Tableau suivant donne les résultats de ce calcul pour vingt années (1799-1818) :

	Température pour le vent								Résultante		Résultante relative.				Angle à partir de mars.
	N.	N.-E.	E.	S.-E.	S	S.-O.	O.	N.-O.	Comp. S.	Comp. O.	Comp. S.	Comp. O.	Grand.	Direct.	
														°	°
Mars........	8,8	7,7	11,7	13,8	13,4	12,9	12,0	10,4	10,68	1,57	2,57	0,43	2,61	O 81 S	0
Avril.......	12,6	13,3	16,3	17,5	17,6	15,7	14,4	12,7	10,09	—3,60	1,98	—4,74	5,15	S 67 E	76
Mai.........	17,2	18,4	21,4	21,9	22,8	20,7	19,2	18,1	9,91	—3,26	1,80	—4,40	4,78	S 68 E	77
Juin........	21,3	22,8	24,3	25,8	25,3	23,1	22,8	21,4	7,32	—4,40	—0,79	—5,54	5,62	E 8 N	107
Juillet.....	23,1	25,1	26,3	26,3	27,8	24,9	24,0	22,3	7,39	—5,27	—0,72	—6,41	6,50	E 6 N	105
Août........	23,0	24,0	24,8	26,5	26,5	24,6	23,9	22,4	6,82	—3,37	—1,29	—4,51	4,72	E 16 N	115
Septembre..	18,9	20,1	22,1	20,8	21,9	21,2	19,9	18,4	5,47	—3,12	—2,64	—4,26	5,03	E 32 N	131
Octobre....	13,4	13,7	15,2	16,0	16,5	16,7	15,2	13,7	6,85	0,50	—1,26	—0,64	1,41	E 63 N	162
Novembre..	8,3	6,7	8,0	10,4	11,0	12,0	11,3	9,3	7,22	6,27	—0,89	5,13	5,22	N 80 O	269
Décembre..	4,6	1,4	3,4	6,3	6,7	8,8	8,7	5,4	7,97	9,90	—0,14	8,76	8,80	N 89 O	278
Janvier.....	2,8	1,2	3,8	4,6	5,5	7,9	7,6	5,4	6,87	9,10	—1,24	7,96	8,07	N 81 O	270
Février.....	5,7	3,3	4,9	8,5	10,3	10,2	9,9	7,5	10,19	9,17	2,08	8,03	8,30	O 15 S	294
Année....	13,3	13,1	15,2	16,5	17,1	16,6	15,7	13,9	8,11	1,14					

» En considérant les températures des différents vents comme des forces, on peut en calculer la résultante. Le Tableau fait connaître, pour chaque mois et pour l'année entière, les composantes sud et ouest de cette résultante. Si maintenant on prend la différence entre chacune de ces composantes mensuelles et la composante annuelle, on obtient ce que j'appelle la *résultante relative mensuelle*. Le Tableau donne, pour chaque mois, les composantes sud et ouest de cette résultante relative, ainsi que sa grandeur et sa direction. On l'obtiendrait également par une construction graphique, en traçant à partir d'un même centre la résultante de l'année, ainsi que celles des différents mois; les lignes joignant l'extrémité de la résultante annuelle aux extrémités des résultantes mensuelles représenteraient les résultantes relatives mensuelles.

» La dernière colonne du Tableau fait connaître l'angle de chaque résultante relative avec l'une d'elles, celle du mois de mars, par exemple; ces angles, pris dans le sens ouest-sud-est-nord, vont en croissant, sauf de légères anomalies en juillet et janvier, et la même conséquence se vérifierait sur la figure si on la construisait. On peut donc dire que la résultante relative mensuelle de la température des vents exécute, dans le courant d'une année, une rotation complète, dans le sens contraire à celui des aiguilles d'une montre.

» J'ai pu, dans le même registre et pour la même période de temps, calculer la pression barométrique, ramenée à 0°, pour chaque mois et pour chaque direction du vent. Voici les résultats obtenus :

	Hauteur barométrique pour le vent								Résultante.		Résultante relative.			Angle à partir de mars
	N.	N.-E.	E.	S.-E.	S.	S.-O.	O.	N.-O.	Comp. N.	Comp. E.	Comp. N.	Comp. E.	Direct.	
Mars	753,0	55,5	54,6	52,8	51,2	48,7	50,6	53,8	7,31	8,10	—2,88	3,00	E 44° S	0°
Avril	54,4	54,3	54,4	50,3	52,1	49,9	50,0	54,3	8,24	4,68	—1,95	—0,42	S 12 O	58
Mai	56,0	56,6	54,0	53,6	51,3	51,8	53,1	55,7	9,58	2,81	—0,61	—2,29	S 75 O	121
Juin	55,3	56,8	55,8	52,7	51,1	51,9	54,1	55,7	9,79	3,04	—0,40	—2,06	S 79 O	125
Juillet	57,4	57,5	53,2	54,4	52,6	52,3	54,9	56,4	9,89	0,56	—0,30	—4,54	S 86 O	132
Août	57,3	56,4	55,7	53,0	52,3	52,2	54,1	55,9	10,02	2,52	—0,17	—2,58	S 86 O	132
Septembre	56,5	56,6	56,3	53,5	51,3	51,5	53,8	55,5	10,22	4,69	0,03	—0,41	O 4 N	140
Octobre	55,9	57,2	54,7	54,4	48,8	51,8	54,0	55,6	11,77	3,67	1,58	—1,43	O 48 N	184
Novembre	55,7	55,3	53,7	51,2	50,2	48,0	50,5	55,3	13,56	5,46	3,37	0,36	N 6 E	232
Décembre	55,9	56,9	51,9	51,1	49,9	49,8	50,7	52,6	12,08	5,16	1,89	0,06	N 2 E	228
Janvier	56,3	58,8	57,0	54,6	50,8	48,8	51,7	55,1	12,92	12,02	2,73	6,92	N 68 E	294
Février	57,4	57,2	55,3	55,2	53,6	49,3	53,8	54,1	8,61	7,86	—1,58	2,76	E 30 S	346
Année	55,9	56,5	54,7	53,1	51,3	50,5	52,5	55,0	10,19	5,10				

» En retranchant la résultante annuelle de chacune des résultantes mensuelles, on obtient, comme précédemment, les résultantes relatives mensuelles, et l'on reconnaît que l'angle qu'elles font avec celle de mars, va en croissant dans le sens est-sud-ouest-nord, sauf quelques légères anomalies. On peut donc dire que la résultante relative mensuelle des pressions barométriques des vents exécute, pendant l'année, une rotation complète dans le même sens que les aiguilles d'une montre. C'est le contraire de ce qui se passe pour la température.

» Enfin, en étudiant les observations que les gardiens des phares français enregistrent trois fois par nuit sur le vent et sur l'état de l'atmosphère, j'ai calculé, pour une période de dix ans (1869-78) et pour chaque mois, la fréquence du vent, ainsi que la probabilité des tempêtes, des brouillards ou de la pluie pour les différentes directions du vent. En déterminant, comme ci-dessus, les résultantes relatives mensuelles, on constate en général la même loi de rotation annuelle. Le Tableau suivant contient les résultats moyens obtenus pour les phares de la Manche. On y donne les résultantes, non par mois, mais par saison seulement; les chiffres représentent des millièmes. La rotation paraît s'effectuer dans le même sens que les aiguilles d'une montre pour les probabilités des tempêtes, de la pluie ou des brouillards, et dans le sens contraire pour la fréquence des vents. Les détails qui permettent de calculer le Tableau suivant seront donnés dans un Mémoire qui sera prochainement publié.

	Fréquence des vents.				Probabilité des tempêtes.				Probabilité de la pluie.				Probabilité du brouillard.			
	Résultante.		Résult. relat.		Résultante.		Résult. relat.		Résultante.		Résult. relat.		Résultante.		Résult. relat.	
	Comp. N.	Comp. O.	Direct.	Angle.	Comp. N.	Comp. O.	Direct.	Angle.	Comp. N.	Comp. O.	Direct.	Angle.	Comp. N.	Comp. O.	Direct.	Angle.
Printemps.	66	29	E 53° N	0	81	73	N 88° E	0	—145	78	E 29° S	0	168	24	O 41° N	0
Été........	32	218	N 42 O	79	8	84	E 48 S	50	—137	73	E 21 S	»	290	— 49	O 73 N	32
Automne..	—140	144	O 78 S	205	142	299	O 23 N	205	— 60	232	O 29 N	180	— 31	—265	E 27 S	166
Hiver......	—227	122	S 2 E	219	127	175	O 60 N	242	— 69	158	O 61 N	212	—109	—156	E 78 S	217
Année...	— 67	128			79	147			—114	133			42	—123		

» Ainsi, dans ces différents cas, on retrouve, d'une manière plus ou moins nette, cette loi de rotation de la résultante relative mensuelle. Mais, avant d'en admettre la généralité et d'en chercher l'explication, il serait nécessaire de la vérifier sur d'autres séries d'observations. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Lettre sur la grêle du 9 mars aux salins d'Hyères, vaisseau le Souverain*; par M. **Le Goarant de Tromelin.**

« Le 6 mars, de 1^h du matin à minuit, le baromètre baisse de $764^{mm},5$ à $748^{mm},3$. Le vent est nord-ouest, la température en moyenne de $5°$. Éclairs dans le nord-est.

» Le 7 et le 8, le baromètre se maintient entre 749^{mm} et 750^{mm}; le vent, nord-ouest, et la température de $5°$; le 8, éclairs dans diverses directions.

» Le 9 mars, voici les éléments de la journée

Heures.	Vent.	Force.	Baromètre. mm	Température. °
Minuit......	»	»	»	»
1..........	NE	2	749,8	+3,5
2..........	»	»	»	»
3..........	NNO	2	»	»
5..........	Calme	0	748,5	+4,5
6..........	NE	1	»	»
7..........	NE	1	»	»
8..........	NE	1	»	»
9..........	N	1	746,5	+3,8
10..........	NNE	1	»	»
11..........	NO	3	»	»
Midi......	N	1	»	»
1..........	N	2	745,5	+6,2
2..........	NE	2	»	»
3..........	NE	2	»	»

Heures.	Vent.	Force.	Baromètre.	Température
4.........	NE	2	743,5 mm	+5°,5
5.........	NE	2	»	»
6.........	E	4	»	»
7.........	E	4	»	»
8.........	NO	4	»	»
9.........	NO	1	743,8	+3,0
10.........	Variable	1 à 2	»	»

» Le baromètre continue ensuite à monter.

» Le 9 au matin, le ciel devient très sombre. Une grosse masse de nuages à bords déchiquetés se lève. La brise est faible sur la mer; néanmoins la masse nuageuse marche assez rapidement. En l'examinant, on voit des mouvements tourbillonnaires très accentués; quelques commencements de trombes se dessinent, mais faiblement et sans aboutir.

» Enfin, à $10^h 30^m$, une grêle très considérable tombe. Elle dure environ dix minutes. Le tonnerre et les éclairs ont accompagné ce phénomène. En examinant les grêlons, on voit immédiatement que chacun d'eux est un secteur sphérique ayant pour base soit un segment, soit un polygone sphérique et un rayon de 8 à 10^{mm}. Il semble que ce soient les différentes parties de sphères plus grosses qui auraient formé les grêlons primitifs, lesquels se seraient brisés avant de tomber ou en tombant. L'angle d'ouverture est variable et presque tous sont comme ébréchés au sommet. Je n'ai pu trouver un seul grêlon sphérique. La cristallisation était radiale, le tissu neigeux peu dense, assez friable, avec noyau très petit et peu marqué, en sorte que la vitesse de chute n'était pas considérable.

» Cette grêle me paraît avoir été produite par un mouvement gyratoire communiqué à un amas de neige dans la région moyenne, conformément à la théorie de M. Faye. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Chute d'une météorite à Alfianello, territoire de Brescia (Italie).* Note de M. DENZA, présentée par M. Daubrée.

« Les renseignements que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie sur cet important événement ont été rassemblés avec le plus grand soin d'après les informations qui m'ont été obligeamment transmises par

M. Bombicci, professeur à l'Université de Bologne, qui se porta sur le lieu même de la chute où il avait déjà envoyé auparavant M. Ferruccio Rizzatti, élève-naturaliste de la même Université; et aussi d'après les indications que m'ont fait parvenir MM. les professeurs Briosi, Ragazzoni, Casali et Gallia, de Brescia, et des personnes de l'endroit même où le fait est arrivé.

» Le 16 février dernier, à $2^h 43^m$ de l'après-midi, une forte détonation se fit entendre sur beaucoup de points de la province de Brescia et même des provinces voisines de Crémone, de Vérone, de Mantoue, de Plaisance et de Parme. La détonation fut épouvantable dans la commune d'Alfianello, arrondissement de Verolanuova, province de Brescia.

» C'était une météorite qui éclatait à quelques centaines de mètres au-dessus d'Alfianello. Un paysan la vit tomber dans la direction de nord-est à sud-ouest, ou plus exactement de nord-nord-est à sud-sud-ouest, à la distance de 150^m environ. Quand la masse tomba à terre, il se produisit, dit-on, sur le sol, par suite de la transmission du choc, un mouvement sussultoire, comme celui d'un tremblement de terre, et qui fut ressenti dans les endroits environnants; on vit osciller les fils télégraphiques et les carreaux des fenêtres. Le témoin tomba évanoui sur le sol par le double effet de la secousse et de l'épouvante.

» Avant que la météorite heurtât le sol, on aperçut comme une commotion dans les nuages légers dont le ciel était couvert, et l'on entendit, aussitôt après, un bruit prolongé, comparable à celui d'un train de chemin de fer marchant rapidement sur les rails.

» On ne vit aucune lumière; mais le bolide a dû être accompagné, comme d'habitude, d'une légère vapeur, produite par la volatilisation de la substance fondue à la surface; car quelques-uns de ceux qui le virent tomber le comparèrent à une cheminée se précipitant du haut du ciel et surmontée de son panache de fumée. La météorite tomba à 300^m environ au sud-ouest d'Alfianello, dans un champ de la propriété dite Forsera, appartenant aux frères Bonetta. Elle pénétra dans le sol obliquement, à peu près dans la même direction qu'on l'avait vue s'avancer dans l'air, de l'orient à l'occident, et s'y enfonça à environ $1^m,50$. Au-dessus de la météorite s'ouvrait un trou d'environ 1^m de profondeur.

» Le laboureur dont nous avons parlé, avec deux autres paysans qui survinrent, furent les premiers à toucher la pierre qui venait de tomber, et la trouvèrent encore un peu chaude.

» Il convient de remarquer que les faits qui accompagnèrent la chute

de la météorite d'Alfianello ont une grande analogie avec ceux qui se produisirent lors de la chute de la météorite tombée en 1856 à Trenzano, dans cette même province de Brescia.

» La météorite tomba entière, mais elle fut presque aussitôt réduite en menus morceaux par le fermier de la propriété, et ces morceaux furent dispersés parmi la foule qui s'était pressée sur le lieu de l'événement.

» La forme était ovoïde, mais un peu aplatie au centre; la partie inférieure était plus large et convexe, présentant la forme d'un chaudron; la partie supérieure était tronquée. La surface était recouverte de la croûte noirâtre habituelle et parsemée de petites cavités, appelées *piézoglyptes*, tantôt séparées, tantôt groupées ensemble, si bien que ceux qui étaient accourus crurent voir dans certaines parties l'empreinte d'une main, en d'autres, celle d'un pied de chèvre.

» Quant aux dimensions et au poids de la météorite, les appréciations sont diverses. D'après le témoignage de quelques-uns, sa hauteur eût été de $0^{m},75$, sa plus grande largeur de $0^{m},60$, et son volume d'environ $0^{mc},025$. Selon quelques-uns, son poids aurait été de 50^{kg}; selon d'autres, de 100^{kg}, ou de 200^{kg}, ou même de 250^{kg}. Il paraît toutefois très probable que son poids véritable n'était pas beaucoup au-dessous de 200^{kg}. Ce qu'il y a de plus certain, c'est que le professeur Bombicci en emporta plus de 25^{kg} à Bologne, pour en doter la riche collection de météorites qu'il a réunies au musée de Minéralogie de l'Université de cette ville; qu'il en reste à peu près 40^{kg} auprès d'autres personnes; que l'échantillon le plus considérable pèse $13^{kg},5$ et se trouve chez MM. Ferrari; que la municipalité d'Alfianello envoya un échantillon de 3^{kg} à l'Athenæum de Brescia; enfin que deux morceaux, de plus de 12^{kg} chacun, furent jetés dans l'eau d'un torrent et s'y perdirent, sans parler d'une quantité considérable d'autres petits fragments, distribués çà et là, dont je possède quatre, ayant un poids total de 39^{gr}, le plus gros pesant 30^{gr}.

» Par sa structure, la météorite d'Alfianello appartient, selon le professeur Bombicci, au groupe des *sporadosidères-oligosidères* et se rapproche du type *Aumalite*, se montrant pour ainsi dire identique à la météorite de New-Concord (Ohio).

» La substance est finement granulaire, d'un gris cendré; du reste, dans les surfaces polies, elle apparaît finement grenue et bréchiforme, avec des éléments offrant diverses gradations de couleur. De nombreux grains métalliques y sont disséminés; on y trouve de petits nids dans les-

quels on voit le fer et peut-être une de ses combinaisons à éclat métalloïde et d'un blanc jaunâtre ou bronzé. Des auréoles de rouille se forment rapidement autour des parcelles de fer.

» A part les portions où le fer est très concentré, les grains métalliques de la matière pierreuse sont dans la proportion de poids de 68 pour 1000. L'écorce noirâtre est âpre, rude, en quelque sorte grumeleuse dans quelques parties de la surface, et plutôt lisse et unie dans d'autres; elle est peu luisante en général. Les piézoglyptes sont très profondes sur tous les échantillons et, d'ordinaire, il y correspond un vernis blanchâtre, laissant paraître, à travers, la couleur gris clair qu'il recouvre.

» Le poids spécifique total est de 3,47 à 3,50.

» L'analyse chimique qualitative et quantitative de la météorite se fait, en ce moment, à Bologne, dans deux laboratoires différents; je ne manquerai pas de communiquer à l'Académie les résultats qu'on aura obtenus et qui m'ont été promis par le professeur Bombicci. »

M. Pritchard adresse, par l'entremise de M. Daubrée, une courte Note sur un « appareil redresseur des courants de la bobine Ruhmkorff. » Un commutateur est monté sur l'axe d'un volant, actionné par une bielle; celle-ci est mise en mouvement par le trembleur de la bobine. Le courant de fermeture est alors ramené au sens du courant d'ouverture, dans un circuit extérieur à la bobine induite.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 mars 1883.

Résumé historique de l'enseignement de l'Economie politique et de la Statistique en France, à l'occasion du 40e anniversaire de la fondation de la Société d'Economie politique; par E. Levasseur, Membre de l'Institut. Paris, Guillaumin et Cie, 1883; br. in-8°. (Extrait du *Journal des Economistes.*)

Cours de Botanique fossile fait au Muséum d'Histoire naturelle; par M. R. Renault; 3e année : *Fougères.* Paris, G. Masson, 1883; in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Paléontologie française; 1re série : *Animaux vertébrés, terrain jurassique;* liv. 59 : *Crinoïdes; par* M. de Loriol. Paris, G. Masson, 1883; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 2e série, t. V, 2e cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Duthu, 1882; in-8°.

L'état glaciaire. Quelques mots sur la question; par M. J. Péroche. Paris, Germer-Baillière, 1883; in-8°.

Acclimatation du Saumon aux Antipodes; par M. J.-Léon Soubeiran. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Les procédés opératoires en Histologie végétale (Microchimie); par L. Olivier. Paris, Imp. Quantin, 1882; in-8°.

Acta mathematica, journal rédigé par G. Mittag-Leffler: t. I, n° 2. Stockholm, Beiger; Paris, Hermann; Berlin, Mayer et Müller, 1883; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Manuel de Conchyliologie; par M. le Dr Paul Fischer, fasc. V (p. 417-512) et atlas. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

A. de Gregorio, *Sulla fauna delle argile scagliose di Sicilia (oligocene-eocene), ecc. — Fauna di S. Giovanni Ilarione (parisiano). — Coralli giuresi di Sicilia. Su talune specie e forme nuove degli strati terziari di Malta e del sud-est di Sicilia; conchiglie conservate nelle Università di Valletta e di Catania. — Nota sul rilevamento della Carta geologica di Sicilia. — Una gita sulle Madonie*

e sull' Etna. Fossili dei dintorni di Pachino. Palerma, Torino, 1880-1882; 2 vol. in-4° et 5 br. in-8°.

Lezioni sulle malattie venere e sifilitiche, dettate dal prof. P. MAZITELLI; Parte I. Napoli. V. Pasquale, 1883; in-8°.

Proceedings of the philosophical Society of Glasgow, 1881-82; vol. XIII, n° 2. Glasgow, 1882; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. XV, aprile 1882. Roma, 1882; in-4°.